ESPERIENZE SULLA ESISTENZA E LE LEGGI DELLE CORRENTI...

Francesco Puccinotti, Luigi Pacinotti

Digitized by Google

C

La novità non meno che l'importanza del soggetto inspirerà probabilmente nell'animo d'altri fisici e fisiologhi il desiderio di ripetere e variare i nostri primi tentativi. — Nobili. *Esper. Elettrofisiologiche — Opere vol.* 1. *p.* 13. *Firenze* 1834.

Digitized by Google

AI

FISICI E FISIOLOGHI

Se in altri poteva essere riguardato come un lodevole zelo verso la scienza l'intraprendere una serie di esperienze del genere di quelle che qui si narreranno; in me, che sulla ipotesi delle Correnti elettro-vitali avevo nel 1834 esposta una Patologia delle malattie Nervose, era un debito l'occuparmene, per dare un fondamento sperimentale a una teorica accolta con indulgenza da alcuni miei contemporanei. Mentre viveva il celebre Nobili io mi compiacevo sovente con lui della speranza di ripetere insieme que' suoi primi tentativi, de' resultati contrarii dei quali egli non si chiamava pienamente soddisfatto. *Qualche cosa pur vi deve essere!* egli mi andava ripetendo: e fu poco tempo innanzi la sua morte che erasi dato a ricominciarli, prendendo le mosse dalla Torpedine. Ma tutto scomparve con lui; ed io dovetti aspettare altro tempo, e nuovi ajuti per rivolgermi di proposito a cosiffatte ricerche. Intanto ve-

Digitized by Google

nuto alla cattedra di Medicina Civile in Pisa, attendevo la fine dell'anno scolastico per occuparmene. Ne tenevo spesso ragionamento coll'espertissimo nostro Fisico il Professor Luigi Pacinotti, il quale quanto trovavo cortese nel promettermi il suo valido ajuto nelle operazioni fisiche che mi proponevo di eseguire con lui, altrettanto mi sgomentava il trovarlo fortemente incredulo alla esistenza delle correnti neuro-elettriche. Nondimeno bastandomi la sua cortesia al cominciare, nel passato Giugno si intraprendevano insieme le nostre esperienze. Il suo lodevole scetticismo valeva a temperare la mia favorevole prevenzione: la quale in mezzo alle anomalie e alla nullità de' primi resultati volendo pur sempre ritentare, giovava a tener lontano il facile desistere. Così procedendo di conserva, se il primo genere di esperienze parve confermare il Pacinotti nella sua incredulità, il secondo genere di esse lo impensierì seriamente, il terzo genere lo persuase e lo convinse. Io non dispero che il simile possa avvenire negli intelletti di altri fisici e fisiologhi poco credenti, quando vogliano darsi a ripetere col metodo e la costanza per noi usata le medesime ricerche. Le quali a tale principale oggetto a tutti loro si raccomandano. Confermate e rettificate che saranno e spinte anche più oltre nelle loro applicazioni, non sarà lieve conforto per noi poter dire, come anche questo verificare la esistenza della corrente elettrovitale negli animali a sangue caldo, era riserbato

Digitized by Google

ai fisici e fisiologhi che discendono dal Galileo, e che hanno col Galvani e col Volta comune la patria.

Stupenda cosa è che la dottrina delle correnti neuro-elettriche, che sembrava quasi adulta, non comincerà che oggi; ed io vo pensando che col procedere degli anni e delle esperienze, il Galvanometro, la Pila, e il Microscopio polarizzante, tanto per le forze che per le intime forme dell'organismo, saranno per determinare sì nuove cose da variare completamente l'aspetto alla fisiologia. Noi ci troviamo all'aurora di tali studi novelli; e al mancare della presente generazione saranno essi probabilmente ancora in sul crescere. Fortunati i Posteri che li vedranno pervenuti alla loro maturità!

Francesco Puccinotti.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTRODUZIONE

La esistenza delle Correnti elettro-fisiologiche negli animali a sangue caldo non è stata finora che una ipotesi: e quantunque nella storia della Fisica rade volte siansi veduti procedere insieme una grande ipotesi, e il dubbio filosofico, mentre questi due movimenti del pensiero umano nella sapienza naturale per lo più si sono distrutti a vicenda; ciò non ostante la ipotesi delle Correnti summentovate, benchè tale da compromettere l'intera dottrina della Vita, ha presentato l'esempio meraviglioso di coesistere a lato del dubbio filosofico nella mente dei più severi e famosi sperimentatori (1), e di non temere per siffatto modo l'indole sperimentale del secolo. A cagione di tali prerogative che davano a codesta ipotesi il carattere di quelle felici Induzioni nelle quali il vero talvolta preesiste alla esperienza; o perchè la trovavano sommamente opportuna ad interpretare i principali fenomeni dinamici, e chimici dell'organismo, tutti coloro che l'hanno abbracciata hanno sempre sperato ad un tempo che non desistendo dai tentativi, nè sgomentandosi di averli trovati sinora od ambigui, od anche contrarj, il giorno infine sarebbe spuntato nel quale cotesta Ipotesi così forte di partito e di analogie, avrebbe disvelato non solo una più stretta parentela coi fatti, ma si sarebbe per se medesima convertita tutta intera in un fatto fisiologico dimostrato.

(1) Humboldt, Berzelius, Rolando, Davy.

Digitized by Google

Volendo esporre storicamente i tentativi adoperati in questi ultimi tempi per discuoprire la sospettata esistenza di tali Correnti, non si può risalire più in alto della invenzione del Galvanometro a due aghi, e della finissima sensibilità di che lo seppe nel 1825 dotare il Nobili. E a lui pure, ed al De la Rive che precedevalo nel pubblicare il metodo di esplorare le correnti elettriche negli animali, sono dovute le prime sperienze elettro-fisiologiche intraprese ad oggetto di discuoprire nel sistema nervoso, specialmente degli animali a sangue caldo, la presenza dell'imponderabile ricercato in stato di corrente. Nessuno ignora oggimai come al Nobili sperimentando col suo Galvanometro sopra varj animali, e scandagliando i tronchi, e le masse nervose e il sistema sanguigno di essi, non riuscisse mai di notare la menoma deviazione nell'ago del suo strumento, che è quanto dire il più lieve indizio della esistenza delle ricercate Correnti (1). L'autorità somma, e la saputa esattezza delle sperienze del Nobili fece in modo che alcuni Fisici, e Fisiologhi tennero per impossibile il poter dare valore di fatto alla ricevuta ipotesi: altri per non rinunziare a questa riguardarono le correnti di natura magnetica, sapendo che le magnetiche non passano nel Galvanometro: altri finalmente intendendo forse meglio lo spirito del Nobili, che sebbene aveva ottenuti resultati costantemente negativi, abbandonava con dispiacere i suoi esperimenti, li credeva ancor pochi per dedurne prova assoluta in contrario, e incoraggiva altri a ripeterli, e prometteva per se che vi sarebbe a miglior tempo ritornato; il quale spirito era sicuro indizio d'una mente persuasa più della insufficienza de' proprj mezzi a scuoprire una cosa, che della non esistenza della cosa stessa, continuarono a meditare nella adot-

(1) Vedi *Memorie edite ed inedite*. Firenze 1834. Vol. 1. p. 13 e seg.

Digitized by Google

tata ipotesi, e cercar modo, e tempo opportuno per ripetere i detti esperimenti, sperando di scuoprire qualche nuova via onde sortirne con resultati meno sfavorevoli. Noi chiameremo intanto sperimenti *diretti* quelli che procedettero col metodo del Nobili, vale a dire ponendo l'animale vivo nel circuito del Galvanometro; chiameremo *indiretti* i molti altri dai resultati dei quali si è preteso di potere dedurre in modo non dubbio l'esistenza della elettricità animale.

§. I. La storia di tali esperimenti indiretti è in sostanza la storia del Galvanismo applicato alla Fisiologia. Per tutto questo lungo periodo la esistenza della corrente animale non è stata sostenuta che da prove indirette, da argomenti di analogia, da più o meno ingegnose speculazioni. Sino dal 1764 si provava l'ingegno italiano di applicare la elettricità, per quanto era allora in fisica conosciuta, alla dottrina della vita e dello stato morboso (1). Comparve la Pila: i polaristi della Germania vennerle appresso, e tardi pure seguirono rispetto a noi gli immaginamenti di alcuni fisiologhi francesi (2). Rolando riprese la ipotesi con migliori auspicii, e dietro a lui la trattarono altri de' nostri con generali e ingegnose applicazioni (3); e delle applicazioni particolari si ebbero continuati e plausibili esempii fino ad oggi (4). Ma tutti questi lavori nei quali si presumeva ciò che ancora non era dimostrato, e che se le nostre

(1) Vedi la *Teorica delle convulsioni* di Carlo Gandini Lucca 1764, alla quale seguirono le memorie di Francesco Gardini: *De effectis electricitatis in homine*. Genuae 1780. — *De influxu electricitatis atmosphericæ in vegetantia*. Aug. Taurin. 1784.

(2) S'allude alle teoriche di Guerin de Mamers, di Bachoué de Vialer, di Virey, e d'alcun altro.

(3) Veggansi le teoriche del Pilla, del Poletti, del Gemignani ec.

(4) Veggansi le Memorie del Cervelleri, del De Marchi, del Petrini, del Riccardi, del Salerno, del Santarelli, del Crescimbeni ec.

Digitized by Google

esperienze varranno, acquisteranno solamente oggi quel valore sperimentale che prima non avevano, non possono far parte di una storia degli ultimi esperimenti adoprati per tale dimostrazione.

Tra gli sperimenti indiretti adunque noteremo soltanto quelli per i quali alcuni moderni fisiologhi troncando nervi sostenitori del magistero di una funzione organica qualunque, hanno veduto rianimarsi questa funzione facendo scorrere sopra l'organo la corrente galvanica. I quali esperimenti, sebbene la funzione abbia dato segno di risorgimento, non provano in modo diretto la presenza della corrente che le reggeva; ma soltanto una analogia tra questa, e la comunicata con l'artifizio Voltiano. E potrebbe anche sostenersi non essere la corrente comunicata in questo caso che uno stimolo ordinario colla sola differenza dell'avanzare tutti gli altri nell'azione penetrativa entro alle più riposte molecole organiche, e supplire in questo modo all'azione vitale della corrente che per i nervi troncati non è più al viscere condotta. Noi qui intendiamo parlare della famosa sperienza di Wilson Philipps, che alcuni citano come prova della esistenza delle correnti neuro-elettriche. E nel vero anche noi ci siamo assicurati, ripetendo le sperienze dell'Humboldt, che quando il cuore della rana già morta è staccato dal torace, e posto sopra una lamina di vetro ha cessato affatto dalle sue pulsazioni, queste si rianimano col pungerlo con una festuca, e durano appena qualche minuto, e poi cessano. Però se invece di queste punture si mette il cuoricino attraverso di due dischi metallici eterogenei, e si chiude, e riapre spesso il circuito con un arco di rame, o di zinco dopo ripetuti più volte questi passaggi di corrente, il cuore riprende i suoi moti con forza tale che rimesso sulla lamina di vetro dura anche qualche quarto d'ora a pulsare con forma, e ritmo di movimento natu-

Digitized by Google

rale sino a dare in sulle prime 50, e più pulsazioni per minuto. Ma da ciò non si può altro dedurre se non che la elettricità è l'argomento speciale e il più affine alla vita dei nervi, e non mai che nei nervi esista il medesimo fluido in istato di corrente elettro-fisiologica. La medesima osservazione fatta alla sperienza di Wilson Philipps vale del pari per tutti que' tentativi terapeutici, che furono intrapresi in questi ultimi anni colla elettricità da medici Americani, Inglesi, Alemanni, Francesi, e Italiani (1); quando si volesse dalla loro efficacia trarre argomento della esistenza delle correnti nervose.

Le esperienze sulle secrezioni fatte dal Foderé, dalle quali si è voluto dedurre che esse dipendano dallo stato elettrico in che si trovano gli organi secernenti, e il sangue che li penetra, e li irriga; esperienze che il medesimo Fisiologo ha fatto consistere nell'effettuare una unione più pronta di due sali l'uno nel ventre, e l'altro nel petto, quando ambedue erano compresi nello stesso circolo galvanico, quanto alla dimostrazione diretta dell'esistenza della corrente animale valgono lo stesso, se non forse anche meno di quelle di Wilson Philipps.

Le ingegnose osservazioni del Prevost, e Dumas sulla contrazione muscolare, comprese anche quelle del Becquerel, e del Raspail riposano anch'esse sulla supposta esistenza d'una corrente propria; ma a volerle reputare qual-

(1) Tra gli Italiani che si sono distinti in questo genere di terapia meritano particolare menzione il Benatti, il Ceruti, il Cervelleri, il De Marchi, il Farini, il Gamberini, il Marianini, il Matteucci, il Mongiardini, il Predieri, l'Orioli: e la maggiore riconoscenza si debbe al torinese Professor Rossi, il primo che abbia ridotto a fatto indubitato i vacillanti esperimenti delle prime giornate del Galvanismo sulla facoltà della corrente comunicata di condurre alcune sostanze medicamentose. V. *Alcuni Cenni sul Galvanismo, e sull'uso che la medicina può fare del medesimo nella cura di alcune malattie*. Torino 1838.

Digitized by Google

che cosa di più di una ipotesi bisognerebbe che non presupponessero già dimostrata, ma che invece partissero dalla ottenuta dimostrazione di una elettricità organica in corso per i rami nervosi che muovono i muscoli alla contrazione. Ondechè il Magendie in proposito di tali pensamenti sul motore della contrazione muscolare dichiara, che l'influenza dell'elettricità animale cui essi si affidano è tuttora affatto ipotetica; attenendosi ad alcune esperienze ultime di M. Person colle quali nessuna traccia di elettricità si sarebbe veduta svilupparsi durante la contrazione muscolare (1).

Quella tale *endosmosi*, ed *exosmosi* trovata dal Dutrochet parve in sulle prime voler partorire una verificazione assoluta della corrente animale. Egli l'annunziò con entusiasmo come l'agente immediato del movimento organico disvelato nella sua natura, e nel suo modo d'azione nei vegetabili, e negli animali (2). Ma qualche anno dopo avvertito dalle altrui, e dalle proprie sperienze, l'autore stesso della legge troppo presto enunciata dovè ritrattarsi, e il gran fenomeno si ridusse ad una semplice imbibizione di due fluidi dall'una, o dall'altra parte di una membrana intermedia: e pochi anni sono quei medesimi Accademici dovettero ascoltare dallo stesso Autore un'altra memoria nella quale dal famoso fenomeno dell'endosmosi escludeva in modo assoluto qualunque intervento di elettricismo, e attribuivalo invece alla sola forza della capillarità e affinità. Ma ritenendo pure che vi possa avere una qualche influenza anche la elettricità, noi saremmo per valutare cotesta influenza alla maniera stessa del Becquerel. *Si donc l'électricité est au nombre des causes de l'endosmose et de*

(1) *Phisiol.* Bruxelles 1834. pag. 98.

(2) *L'agent immediat du mouvement vital devoilé dans sa nature, et dans son mode d'action chez les végétaux, et les animaux.* Paris 1828.

Digitized by Google

l'exosmose, elle ne doit pas être considerée comme celle qui a le plus d'influence, puis qu'il arrive souvent que les effets produits sont dans une direction inverse de ceux que l'on aurait obtenus si elle eût agi seule (1).

Il nostro valente fisiologo Bellingeri si è occupato di numerose e diligenti esperienze sulla elettricità dei varj sangui de' bruti e dell'uomo, e sopra quella di altri liquidi animali. Considerando egli tutti i corpi tanto semplici che composti costituiti in un certo stato elettrico, sebbene in tale stato non si palesi elettricità libera, o di tensione, riunendone due insieme può manifestarsi una eccitazione elettrica più o meno considerevole che appartiene in generale alla elettricità per contatto, o voltaica, e che è tanto più pronunziata quanto è maggiore la distanza dall'uno all'altro dei corpi cimentati sotto il punto di vista del loro stato elettrico relativo. Valendosi di una coscia di rana per elettrometro egli notava come lo stato elettrico di cotesti liquidi si comportava relativamente allo stato elettrico dei metalli zinco, rame, bismuto, ferro, platino ec. Da questa maniera di esperienze quantunque lodevolissime, nessuna prova scaturisce sulla esistenza delle correnti elettriche: 1.° perchè si tratta di scandagli fatti su i prodotti delle secrezioni, i quali sono effetti della causa cercata: 2.° perchè gli indizi ottenuti sulla rana, quando non si attende alla direzione delle correnti che si ottengono, sono equivoci tanto per stabilire lo stato elettrico del liquido animale relativamente al metallo impiegato, quanto perchè la coscia della rana sembra essere stata in coteste esperienze anzichè elettromotore un semplice conduttore di correnti termo-elettriche, o elettro-

(1) Becquerel. *Traité experim. de l'électricité et du magnetisme.* Vol. 4. Paris 1836. pag. 201.

Digitized by Google

chimiche, le quali ottengonsi in egual modo anche da fluidi che non sono il prodotto della vitalità.

Una numerosa serie di ricerche medico-fisiologiche sull'elettricità animale pubblicava nel 1837 il Coudret a Parigi, e sebbene il suo scopo fosse quello di dirigerle a dimostrare per molti fatti patologici la utilità d'un istrumento che egli chiama l'elettro-motore del Fozembas applicato sulle parti malate, ha voluto nondimeno con alcune esperienze dimostrare la elettricità animale trovarsi costantemente e in istato negativo nelle parti infiammate, ed ha impiegato a questo oggetto l'elettrometro condensatore del Volta. Quando cotesta scatola del Fozembas di trenta aghi d'acciajo con manico isolante era applicata quasi a contatto della cute erisipelacea, e che un conduttore era messo in comunicazione col piatto superiore del condensatore del Volta, e l'altro col suolo, dopo un quarto d'ora le lamine d'oro dell'elettrometro divaricando di circa un pollice assicurarono il Coudret della presenza dell'elettricità animale accumulata nella parte infiammata. E per conoscere se era vitrea, o resinosa, accostando un piccol cilindro di vetro lievemente stropicciato al conduttore, e vedendo le lamine ravvicinarsi, ed accostandovi un bastoncino di ceralacca le lamine vedendole tornare a separarsi, deduceva che lo stato elettrico della cute infiammata era negativo. Per mostrare poi che l'elettricità ottenuta non nasceva sullo stesso elettromotore, lo collocava sopra un corpo non elettrizzato (o per meglio dire non sinapizzato, irritato o infiammato), e stando nel medesimo modo indicato di sopra l'apparecchio, non vedeva movimento nelle lamine del condensatore: per escludere che dall'azione del calorico gli effetti del suo sperimento derivassero, poneva l'elettromotore sopra una bottiglia di vetro ben secca al di fuori, entro alla quale versato aveva dell'acqua della Senna a 40

Digitized by Google

gradi di temperatura. Stabilite le comunicazioni e separato il piatto dell'elettromotore dopo tre minuti le lamine d'oro restarono parimenti immobili. A noi non istà a discutere qui l'esattezza di tali esperimenti, nè la rettitudine di tutte le deduzioni che ne volle trarre l'autore. Osserveremo solo che siffatta esperienza non vale a constatare positivamente la animale elettricità, come fomite fisiologico di quelle correnti neuro-elettriche che l'autore ammette come dimostrate senza punto rammentare che tre anni prima di lui erasi in Italia applicata la loro teoria alle malattie nervose: che l'aver trovato le parti infiammate in istato elettrico negativo, non è che una ripetizione di quanto aveva del pari dedotto fra noi dalle sue esperienze il Vassalli Eandi: e che sebbene gli effetti ottenuti dal Coudret siano per noi riferibili o alla evaporazione cutanea accresciuta nella capillarità iniettata dallo stato di flogosi per la quale si ossidassero le punte della scatola metallica (1), o alla influenza del calore animale irradiato sull'istromento, e inegualmente ricevuto dalle punte stesse, ove pure si tratti di elettricità assoluta che parte dalla cute flogosata; essendovi uno stato morboso intermedio lo stato elettrico può essere sempre riguardato come accidentale a cotesto stato medesimo, e non connaturale all'organismo. Dunque le esperienze del Coudret proverebbero tutt'al più che lo stato di flogosi del sangue infiltrato nella capillarità sub-cutanea sviluppa una elettricità negativa: ma non mai la esistenza fisiologica di tale principio, e tanto meno poi quella delle sue correnti.

§. II. Può chiamarsi maniera *diretta* di scandagliare l'esistenza delle correnti neuro-elettriche quella adottata ne'loro sperimenti dal Béclard, dal Folchi, dal David, dal

(1) Tanto il sig. Fozembas che il sig. Coudret avrebbero dovuto sostituire aghi di platino a quelli d'acciajo, se volevano allontanare il sospetto di una pronta, e facile ossidazione.

Digitized by Google

Donné e dal Matteucci. La calamitazione degli aghi mercè del contatto colla polpa nervosa non ha mestieri dell'intervento del Galvanometro; e però noi la collochiamo tra le sperienze indirette, e le dirette che qui esporremo. Il Béclard seguendo la legge scoperta dall' Oersted che le correnti elettriche sopra le lamine di ferro finiscono per calamitarlo, tentò di ottenere la calamitazione degli aghi infiggendoli ne' nervi d'un uomo vivo: i quali se veramente si fossero calamitati avrebbero data prova diretta del passaggio di correnti elettriche lungo i nervi medesimi. Al Béclard, al Beraudi e a qualche altro è sembrato infatti di aver ottenuta simile calamitazione; ma se essi non si fossero contentati soltanto di vedere poche briciole di limatura di ferro attaccarsi a cotesti aghi, ma li avessero ancora prima di crederli calamitati appressati alla calamita in bilico, non avrebbero mai osservato indizio di repulsione, ma li avrebbero invece veduti attratti da ambe le parti. Così a noi, e ad altri che hanno voluto ripetere tale esperienza è costantemente avvenuto di osservare. La magnetizzazione s'ottiene dalla corrente della Torpedine, ponendo l'ago entro la spirale de' conduttori: non si ottiene infiggendo gli aghi direttamente nelle masse nervee. Ciò prova che la corrente animale non esce dal circolo organico o dagli organici conduttori che per forza di una reazione, e senza questa non si sprigiona e non si introduce negli scandagli. Il che meglio apparirà dimostrato da' nostri esperimenti.

La sperienza del Folchi consistette nel porre nel circuito del Galvanometro di Schweiger la testa di un vitello decapitato, e nel toccare il midollo cervicale di essa nella parte midollare e grigia colle punte di due conduttori di filo d'argento, e nell'averne per quattro volte una corrente di 6.° gradi. Troppo manifesta è la imperfezione di questo esperimento per nulla dedurne in favore della esistenza di

Digitized by Google

una elettricità che partiva dall'animale esplorato. L'uso di fili d'argento è sempre sospetto per la loro facile ossidazione: la corrente fu al certo o elettro-chimica o termo-elettrica: strana cosa è finalmente che per rintracciare la corrente elettro-vitale si sia giudicato miglior partito il togliere prima all'animale la vita!

Il David in una tesi destinata a dimostrare l'analogia tra il fluido nervoso ed elettrico diceva di avere posti due aghi ad una certa distanza sul tratto di un nervo ed avere adattate le estremità di cotesti aghi al moltiplicatore elettrico di Shweiger, e l'ago dava segni sensibili di movimento. Chiunque conosce la poca sensibilità di cotesto istrumento in confronto del Galvanometro del Nobili, e chiunque rifletta insieme che aghi ajutati da guancialetti con intonaco di foglie d'oro, onde raccogliessero la corrente di più larga superficie, adoperati nello stesso modo dal Nobili non hanno saputo far deviare d'un minimo il suo Galvanometro, stenterà a prestar fede a cotesto esperimento, e converrà col Becquerel, che somiglianti effetti, seppure meritan fede, devono ripetersi dall'azione chimica del liquido che umetta il nervo e che tocca la superficie degli aghi, e niun valore hanno a provare l'esistenza della corrente vitale.

Ricercando le condizioni necessarie alla manifestazione delle correnti elettriche nell'umano organismo il Donné si propose di scandagliarle nelle parti che producono materie acide, o alcaline. Collocando una lamina di platino in comunicazione con una delle estremità del filo del Moltiplicatore nella bocca, la di cui muccosa secondo lui è alcalina, e l'altra lamina con l'altra estremità del Moltiplicatore sulla pelle, che è acida, l'ago deviava di 15.°, 20.°, e talvolta 30.° gradi. Di qui estendendo le sue prove sopra organi che presentavano le medesime differenze nella loro

Digitized by Google

chimica composizione, e specialmente lo stomaco, e il fegato, la muccosa gastrica, e la vessichetta biliare, ha ottenuto costantemente correnti energiche, e deviazioni notabilissime nell'ago calamitato. Le sperienze sono vere nei loro resultati, e basta solo ripeterle per trovarle tali. Provano la esistenza di una legge organica già enunciata dal Volta, e in istretta attinenza colla genesi, e con alcune leggi della corrente vitale, che è la eterogeneità fra essi organi e i tessuti animali; ma lasciano il problema della corrente vitale ancora irresoluto, in quanto che gli effetti osservati derivano dalla reazione dei prodotti organici, e non degli organi produttori, ossia di quelle forze delle quali appunto il Donné ricercava l'origine, e la manifestazione.

Il Matteucci annunziava nel 1834 di avere ottenuta una corrente elettrica tagliando ad un coniglio i nervi pneumogastrici, e serrando i due tronchi nervosi entro laminette comunicanti coi fili del Galvanometro, il quale deviando indicavagli la presenza della suddetta corrente (1). Ma avendo in seguito osservato che una corrente anche forte, come quella d'una pila di dieci coppie introdotta sul corpo d'una rana preparata non abbandona mai gli organi dell'animale per entrare ne' fili del Galvanometro, cessò la sua sorpresa che il Puillet avesse annunciato nel Giornale di Magendie di non avere mai potuto ottenere nessuna corrente elettrica toccando i nervi colle estremità di platino di un Galvanometro ec. E ritornando con più avvedutezza, e precisione sul suo sperimento di sopra enunciato, dovette suo malgrado avvedersi che si era ingannato, e che nessuna corrente si ottiene dai nervi, e se alcuna se ne mostra è figlia di straniere cagioni (2). Il Nobili frattanto rassicurava i Fi-

(1) Annali del Regno Lombardo Veneto 1834. Bib. 3. pag. 117.

(2) Ved. *Sur l'électricité animale. Mémoire de M. Charles Matteucci*. Florence 10 Septembre 1834.

Digitized by Google

siologhi che se ne' nervi fossero state correnti essi le avrebbero senza fallo vedute passare nel Galvanometro, ricordando le sue sperienze, per le quali una corrente benchè debolissima d'un solo elemento Voltaico incanalata sopra un filo di cotone inzuppato nell'acqua poteva uscir fuori di questo filo, e penetrare nel circuito dell'istrumento, dando così segno della propria esistenza agli occhi dell'osservatore (1). Si volse allora il Matteucci, lodevole per la fermezza del suo zelo in questo genere di esperimenti, a ricercare piuttosto gli stati elettrici opposti degli organi, e ottimamente giudicava che se le sperienze sopra citate di Donné non dicevano nulla quanto alle forze producenti l'alcalinità, e l'acidità organica, scandagliando l'eterogeneità di cotesti organi in rapporto colla vita degli animali, se ne avrebbe avuta dimostrazione che cotesti stati elettrici opposti erano legati colla vita, e dipendevano da essa. Toccando egli colle estremità dei conduttori di platino d'un Galvanometro lo stomaco, e il fegato d'un coniglio, egli ne aveva sull'istrumento deviazioni di 15.° e 20.° Tagliando superiormente al diaframma vasi, e nervi che si distribuiscono all'addome la deviazione si riduceva a 3.° o 4.° Troncando il capo all'animale non si otteneva più nulla. Conficcando uno stiletto nella spina dell'animale decapitato, e producendosi in esso forti contrazioni ricompariva allora qualche passeggiera deviazione dell'ago. Facendo morire altro coniglio coll'acido idrocianico, e toccando gli stessi visceri quando l'animale agitavasi convulso morendo, una deviazione comparve, e disparve colla vita stessa. Dopo la morte egli verificava che l'acidità, e l'alcalinità de' fluidi del fegato e dello stomaco sussistevano sempre; e per controprova toglieva con sostanze alcaline l'acidità allo sto-

(1) Nobili. *Nota sopra l'elettricità animale*. Firenze 30 Settembre 1834. pag. 3, e le *Memorie edite ed inedite ec.* Firenze 1834. p. 13.

Digitized by Google

maco durante la vita dell'animale, e la deviazione si osservava egualmente. Sopra un gran numero di ranocchi egli ha verificato i medesimi risultati. Concludeva quindi « *C'est donc dans la vie, et par la vie que ces états* « *électriques existent et se produisent* (1) ». L'autore di tali sperienze avendole esposte in modo troppo succinto ci lascia tuttavia dubbiosi sulla certezza dei resultati ottenuti. *Toccando* solamente, e non *penetrando* nella compage organica dei visceri esplorati, è più probabile che le deviazioni siano dovute alla natura diversa delle secrezioni che li coprivano, che alla diversa composizione chimica degli organi stessi, e questa forse essere la ragione per la quale egli vedeva le correnti entrare nel Galvanometro. Ci resta anche a sapere in qual parte del fegato, e dello stomaco ponevansi gli scandagli. Supponiamo che per avere l'alcalinità, e l'acidità al massimo grado egli li avrà posti a contatto, o nelle adiacenze de'condotti biliari quanto al fegato, e nella muccosa interna quanto allo stomaco. Ora noi possiamo assicurare, come ha verificato anche il Matteucci, che l'alcalescenza, e acidità dei fluidi che irrorano, o trasudano dalle dette parti sussiste anche dopo la morte, e anche dopo la morte danno le medesime correnti elettrochimiche che si ottengono mentre l'animale è vivo, e non sono queste le correnti che stanno in istretta attinenza colla vita. Difficile ci è anche poter convenire nella *controprova* accennata appena dal Matteucci, di avere cioè ottenute le medesime deviazioni anche dopo spogliato lo stomaco della sua acidità col mezzo di un alcali qualunque durante la vita dell'animale. Donné sosteneva che la muccosa dello stomaco trasuda un liquido fortemente acido dal cardias al piloro. Lavando adunque con una soluzione alcalina

(1) *Mem. cit.*

Digitized by Google

quel tratto di muccosa, posta allo scoperto, che si vuole spogliare di acido, non crediamo sia facile a neutralizzare perfettamente la sua acidità nativa finchè essa è vivente, e trasuda nuovo umore, probabilmente anche accresciuto dalla maggiore infiltrazione capillare per la ferita, e per l'azione a contatto d'una sostanza irritante. Sebbene adunque giustamente concepite le sperienze del Matteucci, sembra che la loro esecuzione non sia stata così felice da dimostrarci lo stato elettrico opposto di alcuni organi, come dipendente dalla vita, e rientrano nella stessa categorìa di quelle del Donné che altro non mostravano se non che reazioni elettro-chimiche fra i prodotti eterogenei di organi, e membrane. Ma eterogeneità nei prodotti non è la stessa cosa che eterogeneità negli organi produttori, e per scandagliare quest'ultima non basta toccare le superficie degli organi umettati dagli umori da essi segregati; ma bisogna penetrare cogli scandagli nell'intima compage di essi, e destarvi una valida reazione, onde la corrente si distacchi, diremmo quasi, da'suoi naturali conduttori, e si incanali ne' metallici che le si debbono a questo fine offerire a larga superficie. Ma ciò vedremo meglio più innanzi. Nondimeno se non le sperienze, e le conclusioni, il concetto solo del Matteucci che le guidava, cioè che l'esistenza degli stati elettrici opposti degli organi doveva essere scandagliata in relazione colla vita degli animali, fa sempre elogio alla perspicacia dell'illustre Fisico, e sarà sempre di guida principale in questo delicato genere di tentativi. Egli ha fatto sempre col solo pensiero un passo più avanzato, che non faceva il Donné; e se le sue sperienze non gli davano diritto di concludere che stati elettrici opposti esistono negli organi viventi, in modo discernibile, legati colla vita; egli però sapeva nello stesso tempo con ingenuità confessare, che cotesta elettricità animale era ancora a noi nascosta

Digitized by Google

dall'organizzazione, e che nuovi studj sulla Torpedine avrebbero dovuto svelarne il mistero. A'quali studj essendosi volti quasi ad un tempo il Nobili cui la morte interdisse di continuarli, il Linari cui riuscì ottenere la *scintilla* dall'animale, il Matteucci che ne fissò il *lobo elettrico;* ad essi dobbiamo oggi interessantissime, e numerose esperienze intorno al potere elettrico di questo animale; ed alcune leggi di questo potere meglio che non erano innanzi stabilite, hanno fuor di dubbio agevolata la via alle indagini sul conato elettrico degli animali a sangue caldo, intorno al quale ci siamo noi occupati.

Stavano adunque da tanta incertezza ancora avviluppate le sperienze dirette a dimostrare l'esistenza della corrente elettro-vitale negli animali a sangue caldo, quando noi incominciammo ad intraprendere le nostre. Le ultime erano quelle del Donné, e del Matteucci, delle quali abbiamo esaminato l'insufficenza a risolvere il pertinace problema, e già prima di noi il Becquerel e il Nobili avevano loro assegnato quel limite che il rigore della scienza esigeva. I resultati costantemente negativi ottenuti dunque dal Nobili nel 1825 restavano ancora nel loro pieno valore; ed anzi s'aggiungevano a dar loro maggiore autorità le sperienze di Person, e di Puillet in Francia, dietro alle quali insigni fisiologhi si dichiararono affatto contro la esistenza delle correnti neuro-elettriche. Tra i quali ne basterà ricordare il Magendie, il Richerand, e il Burdach. Il primo dichiara affatto ipotetica l'influenza dell'elettricità animale come motrice della contrazione muscolare (1). Il secondo dopo avere riferiti alcuni sperimenti del Person conchiude: *d'après ce qui précede, nous ne pouvons admettre que les nerfs soient, pendant la vie, parcou-*

(1) Magendie. *Op. cit. pag.* 98.

Digitized by Google

rus par des Courents électriques (1). Il Burdach finalmente aggiunge anche proprie osservazioni per dimostrare l'insussistenza delle contrastate correnti. « *L' état actuel de la science veut qu'on n'admette ces Courents que là où l'on peut en demontrer l'existence. Or, jamais on ne parvient à l'aide d'un bon multiplicateur à en apercevoir aucune trace ni dans les nerfs, ni dans le sang, comme Person l'a fait voir pour les premiers, et Pouillet pour le sang humain. Cependant ils devraient se révéler à un instrument si sensible à l'influence des courens électriques, que l'oxidation des fils suffit déjà quelquefois pour agir sur l'aiguille aimentée, de sorte que, comme l'a fait voir Puillet, on doit s'abstenir, dans les expériences délicates sur des substances animales, d'avoir recours à des métaux oxidables pour conducteurs. De deux multiplicateurs que j'ai employés dans les expériences de ce genre l'un montre l'action galvanique de deux petites plaques de zinc, et de cuivre unies par un papier humide, et reposant sur du verre, par une déviation d'environ cent degrés de la boussole. Cependant cet instrument ne m'a jamais fait apercevoir, ni dans les nerfs, ni dans le sang coulant, aucune trace de réaction alors même que je plongeais un fil dans une artère, et l'autre dans une veine. On devrait pourtant remarquer la courent électrique quand il n'aurait qu'un centième de l'intensité électrique de la paire de plaques dont je viens de parler, et même quand il ne serait qu'une partie aliquote d'un centième de cette intensité* ». (2) Ed a questo termine di scetticismo doveva di necessità condursi la cosa, quando da una

(1) Richerand. *Op. cit. pag.* 266.

(2) Burdach. *Traité de Physiologie etc. traduit de l'allemand par Jourdan.* Paris 1837. Tom. 1. pag. 157.

Digitized by Google

parte stavano Nobili, Person, Puillet che non avevano ottenuto nulla, e dall'altra quelli che non avevano ottenuto che l'errore. Il perchè possiamo concludere queste brevità storiche colla stessa sentenza con la quale le abbiamo cominciate; cioè che finora l'esistenza delle correnti neuro-elettriche non è stata che una ipotesi. Questo è lo stato, ed il pregio della Teorica delle Correnti Neuro-elettriche, quanto al suo fondamento sperimentale, che si offriva a noi nel momento che la importanza del soggetto ci invitava a ricercare qualche nuova via per raggiungerlo con migliore fortuna. Gioverà l'averlo commentato con critiche osservazioni, per allontanare la taccia di frustranee che potesse darsi alle nostre esperienze, da quelli che credessero per avventura la Corrente neuro-elettrica, perchè ammessa da molti, qual principio interpretativo di fenomeni fisiologici, e morbosi essere omai oggi un fatto dimostrato. A persuadere poi gli altri che, tenendola tuttavia per una ipotesi o la schivarono sempre, o la abbandonarono costretti dai vani tentativi usati finora onde ridurla a fatto, o la seguono tuttora sperando che qualche favorevole occasione a tale la riduca, dovrebbero essere destinate le esperienze da noi intraprese, quando dagli altri pure ripetute, si trovassero, come a noi sono sembrate, costantemente vere.

§. III. Nel render conto di tali esperienze, siccome le veramente dimostrative si riducono ad un sol genere di esse, avremmo potuto descrivere soltanto il procedimento di queste ultime, e i resultati ottenuti, e dedurne poscia quei corollarj fisiologici che legittimamente ne derivano. Ma avendo noi dovuto seguire diverse vie da quelle tenute dagli altri, non abbiamo stimato male il particolareggiare come, e per quali fatti a queste medesime vie siamo stati progressivamente, cioè di sperienza in spe-

Digitized by Google

rienza condottti. Così il lettore potrà essere testimonio de'nostri pensieri di mano in mano che sorgevano dai fatti, e venir seguendo con noi le ragioni di quei cambiamenti che abbiamo dovuto dare ai metodi adoperati da altri per ottenere gli effetti ricercati. Intenderà per questo modo le ragioni perchè altri non ottenevano quello che noi ottenemmo, si sgomenterà e riprenderà lena con noi al variare dei resultati; e se in questi vedrà il vero, ne intenderà meglio l'origine e la forza, se troverà inganno conoscerà meglio dove ha messo radice. Così le nostre esperienze non avranno altro ordine se non che quello della varietà de' mezzi di sempre maggiore efficacia che abbiamo adoperato nell'eseguirle, partendo da quelli degli altri, e giungendo grado a grado sino a quelli per noi immaginati; ad ogni gruppo di esse seguiranno alcune considerazioni; e terminato il ragguaglio delle esperienze, l'ultima parte del nostro lavoro sarà conchiusa da avvertenze, e corollarj. Nelle prime discorreremo dell'Istrumento da noi preferito per scuoprire la corrente, e dei conduttori, e della forma e qualità degli scandagli adoperati a questo fine, e del modo di preparare gli animali da sottoporsi agli sperimenti. Ne' corollarj riepilogando quasi le considerazioni sottoposte ai diversi generi di esperimenti stabiliremo i caratteri della corrente vitale, e delle altre specie di correnti che possono ottenersi dagli animali a sangue caldo: diremo delle eliminazioni necessarie a farsi, e dei mezzi di confronto che si devono adoperare per isolare la corrente elettro-vitale dalle termo-elettriche, ed elettro-chimiche comuni, e della legge di direzione che costantemente essa segue, e delle sue intime attinenze coll'energia, e co' mutamenti fisiologici della vita.

Digitized by Google

PARTE PRIMA

Esperienze del primo genere con fili di platino e aghi d' acciajo, e con resultati per lo più negativi.

1.ª ESPERIENZA. Apparecchiati due Galvanometri l' uno del Nobili, e l' altro del Melloni, e adattati i fili di platino alla estremità dei conduttori di quello del Nobili, si è scoperto il cervello ad un piccione, e si sono immerse le due punte di detti fili, l'una nel destro, l'altra nel sinistro emisfero. L' ago dello strumento del Nobili non ha dato nessun indizio di deviazione. Posti nei medesimi emisferi gli scandagli di quello del Melloni si ottenne una rapida deviazione di 9.°, la quale però fu notato essere dovuta alla impurità del conduttore; perchè immerso colle due punte nell' acqua restituì quasi la medesima corrente, benchè l' ago si movesse con assai lentezza. Allo stesso animale scoperta una parte dello spinal midollo sul dorso si immerse nuovamente una punta di platino nell' emisfero destro, e l' altra nel midollo spinale: stabilite le comunicazioni coi conduttori del Galvanometro del Nobili questo rimase immobile. L' animale non cessò di vivere che dopo le sperienze.

2.ª ESPERIENZA. Con altro piccione, scopertogli pure il cervello, e il midollo spinale, gli scandagli del Galvanometro del Nobili immersi colle punte nelle stesse parti, non s' ebbe verun segno di corrente. Avendo trovati poco omogenei i fili di platino del Galvanometro del Melloni si applicarono a questo i fili di quello del Nobili, e dopo immersi nelle stesse parti dell' animale sempre vivente, s' ebbe una deviazione di 9.° Dubitando che anche questa fosse metallica

Digitized by Google

si tuffarono le punte dei fili nell'acqua, e si ottenne uno stentato movimento che raggiunse i gradi 6.° Resi poi omogenei i detti fili fu ricondotto l'animale tuttora vivo sotto il Galvanometro del Nobili, e immerse le punte di essi ne' vasi sanguigni attorno al cuore, e nelle masse muscolari del petto, l'ago restò sempre immobile.

3.ª ESPERIENZA. Ad un coniglio si scuoprirono i due nervi crurali, ed ivi applicati i fili di platino non si ebbe movimento nell'ago dell'Galvanometro del Melloni. Lo stesso sui pneumo-gastrici scoperti, e scandagliati nella regione cervicale. Si scuoprirono dopo gli emisferi del cervello, e un tratto di midollo spinale alla regione dei lombi: vi si immersero le punte dei fili, e niun movimento. La stessa immobilità anche nel Galvanometro del Nobili. Si aprì il torace: il cuore pulsava, e i polmoni erano ancora nella loro funzione respiratoria manifesta. Penetrando coi fili di platino in questi visceri l'ago non si mosse punto.

Benchè costantemente negativi questi resultati, tuttavia ci indicarono che a continuare i nostri sperimenti assai più conducevole sarebbe stato il Galvanometro del Melloni: e quel vedere che la corrente elettro-chimica che davano i fili di platino posti nell'acqua era minore, e meno pronta di quella che per due volte si era ottenuta dall'animale ci sostenne nella fiducia che ulteriori, e più accurati tentativi non ci sarebbero stati così vuoti di conseguenze.

4.ª ESPERIENZA. Si ripetè lo sperimento valendosi esclusivamente del Galvanometro del Melloni, e dopo aver trovati omogenei i fili di platino, uno se ne immerse nell'emisfero sinistro del cervello di un piccione, e l'altro nei muscoli della coscia dallo stesso lato, e non si ebbe moto nell'ago. In altri modi scandagliando altre parti, si ebbe sempre la stessa nullità di resultati. Solamente in uno degli

Digitized by Google

stessi animali dopo aver posta una punta del filo conduttore nell' emisfero destro, e l'altra nel sinistro ad eguale profondità e non avere avuto corrente, facendo scuotere l'animale col punzecchiarlo, l'ago si mosse sotto a que'scuotimenti sino a 4.° con direzione dall' emisfero sinistro al destro.

Cotesto lieve movimento ci destò l'idea d'un non so che di vitale, ma nello stesso tempo si considerava essere forse opportuno il presentare alla supposta corrente un conduttore che fosse più affine agli elementi del plasma organico, e ci sembrava che il ferro forse avrebbe sprigionato con più facilità una corrente di misteriosa indole, ma pur sempre speciale, di quello che non faceva il platino. Ci vennero qui in mente gli usi terapeutici dell'ago-puntura, l'essere stati gli aghi usati anche da altri in questo genere di sperimenti, e ci mosse finalmente l'esempio del Nobili, il quale nel suo 2.° esperimento Elettro-fisiologico sopra un coniglio, volendo esplorare se il sangue della vena, e arteria crurale dava corrente, attaccò all'estremità del Galvanometro due aghi d'acciajo, e con questi si fè a pungere in diversi luoghi i suddetti vasi.

5.ª ESPERIENZA. Al Galvanometro del Melloni sono stati uniti per mezzo di due sottili fili di rame due aghi d'acciajo lunghi pollici 1. 10. Le attaccature tra il rame, e gli aghi erano alla cruna. Nel punto della cruna una pinzetta con manico isolatore di cristallo era annessa all'ago, e lo sperimentatore colle due mani impugnando i manichi di cristallo immergeva le punte degli aghi nelle parti dell'animale. Apparecchiato un piccione di nido appena piumato, e infittogli un ago prima nel muscolo della coscia, e poi l'altro nell'emisfero destro del cervello si è appena mosso l'indice dell'istrumento; ma restando in permanenza gli scandagli, poco dopo l'indice si è portato a 20.° dirigendosi

Digitized by Google

la corrente dal cervello al muscolo, e rimettendosi poscia regolarmente a zero. L'animale si era scosso fortemente nell'atto che comparve cotesta deviazione, e parve che il cessare della corrente corrispondesse al cessare della vita dell'animale. Al quale dopo che fu morto rimessi gli aghi nelle medesime parti, ed in altre, si ottennero sempre correnti anche maggiori, e in differenti sensi. Per la qual cosa restammo in dubbio se derivassero queste da riscaldamento ineguale nelle congiunture dei due metalli o nelle parti degli aghi che erano immerse; e per assicurarcene si immergeva a diverse profondità ora l'uno, ora l'altro ago, e ricomparivano quasi le medesime correnti. Oltrechè gli aghi stessi nell'acqua mostrarono tale reazione elettro-chimica, che ci obbligarono a tenere per nulli i resultati ottenuti.

6.ª ESPERIENZA. Dopo esserci assicurati bene della omogeneità degli aghi, onde il loro riscaldamento avesse minore influenza si aggiunsero ai conduttori del solito Galvanometro due lunghi fili di ferro alle estremità dei quali si attaccarono i due aghi summentovati. Aveansi in pronto alcuni passerotti di nido pennuti. In uno di questi infitto un ago, che tenevasi con pinzetta d'ottone munita di manico coibente, nella parte anteriore del cervello, e l'altro nel muscolo della coscia, non si è ottenuta corrente per quanto si pungesse l'animale onde farlo scuotere. Tirato fuori l'ago dall'una coscia, ed infitto più profondamente nei muscoli dell'altra, si vide una corrente di 2.° diretta dal cervello alla coscia. L'animaletto è spirato: esaminati gli aghi conservavano ancora la loro omogeneità.

7.ª ESPERIENZA. In altro passerotto più sviluppato infitti contemporaneamente gli aghi nella coscia destra e in un emisfero cerebrale della stessa parte traversandolo orizzontalmente sino a pungere anche l'emisfero sinistro si è veduta una corrente dal cervello al muscolo di gradi 5.°, che è stata

Digitized by Google

estatica qualche tempo, e dopo si è ridotta a 3.°, risalendo di qualche mezzo grado sotto le scosse dell'animale. Tolti gli scandagli, e osservata l'alterazione degli aghi dopo la sperienza, si trovò che in acqua pura davano una corrente di 2.°

Questi lievissimi resultati quantunque sempre meno nulli di quelli del Nobili, benchè si potessero credere in corrispondenza colla picciolezza degli animaletti adoperati furono incapaci di lusingarci sopra alcun chè di positivo nelle nostre sperienze, avuto specialmente riguardo alla facile alterazione degli scandagli usati. E prima di rivolgerci ad altri mezzi, poichè eravamo nella circostanza opportuna, avendo aghi che avevano pescato nelle masse muscolari e nella polpa nervosa per qualche tempo, di verificarne la vantata magnetizzazione dal Béclard, e da qualcun altro, si posero uno per volta nella limatura di acciajo, e qualche briciola di questa polve si attaccava alle loro punte; ma avendoli poscia l'uno dopo l'altro accostati all'ago calamitato posto in bilico, lungi dall'esservi repulsione, gli aghi erano attratti costantemente da ambe le parti. Fummo pertanto convinti che la magnetizzazione degli aghi infitti nella polpa nervosa è una chimera.

Digitized by Google

PARTE SECONDA

Esperienze del secondo genere con stili di ferro a punte nude e dorate, e con resultati ambigui.

La poca, o niuna deviazione ottenuta nell'ago del Galvanometro, sperimentando con fili di platino a semplice contatto, o immersi nella sostanza organica, o con sottili aghi di acciajo, ci fè sospettare che tra le condizioni necessarie ad ottenere la corrente vi fosse quella di presentare all'interno plasma degli organi una più larga superficie cogli scandagli. Questo medesimo pensiero sembra avere suggerito al Nobili l'uso di cuscinetti coperti con foglie d'oro da adattarsi alle parti dell'animale per avere un mezzo di comunicazione più ampio. « L'uso di tali cuscinetti (egli « dice) merita quasi sempre di essere preferito al solo uso « dei fili di platino, in grazia del contatto più esteso che « essi procurano fra gli organi da scandagliarsi, e le estre« mità del Galvanometro ». Però cotesto contatto più esteso non dà nulla se si esercita sulla superficie delle parti animali, come il Nobili praticava; o se dà corrente, questa è tutt'altra che la vitale. Cotesti cuscinetti adunque non potevano incontrare che o membrane isolatrici, o irrorate da prodotti secretorj, alla reazione de' quali, e non alla animale elettricità sarebbero dovute sempre le correnti, ove se ne ottenessero. Ma il Nobili non le ottenne. Avvisò anche egli di penetrare ne' tessuti; ma vi penetrò colle punte di sottili aghi, e con questi non poteva avere quel contatto più esteso che egli ricercava. Bisognava adunque dare cotal forma allo scandaglio che valesse insieme a penetrare in un subito entro gli organi, e offrisse all'interno impasto

Digitized by Google

molecolare di essi una più larga superficie che non è quella di un sottil filo metallico.

Oltre adunque al penetrare nei visceri, e penetrarvi con scandaglio a larga superficie, altra, e forse prima condizione reputavamo noi per ottenere la corrente quella di coglierla all'improvviso, nel momento il più prossimo allo stato fisiologico dell'animale, nel primo moto della volontaria, o vitale reazione, e senza che le tormentose, e lunghe preparazioni anatomiche disperdessero cotesti preziosi movimenti, o il lungo dolore li frastornasse, o la corrente piuttosto nel sangue effuso, che nello scandaglio applicato si dissipasse.

Tenendo noi in gran conto quel primo moto di volontaria, o vitale reazione, un altro principio doveva guidarci nel variare i nostri sperimenti dai metodi finora dagli altri seguìti. Cotesto principio era di chiudere la corrente tra il luogo supposto di sua origine, o corso, e il luogo di sua scarica; e ciò sarebbe tra nervo e muscolo, onde profittare possibilmente anche dell' impulso volitivo che sui muscoli esteriori fa forza.

Riepilogando le tre condizioni che impressero un andamento diverso da quello degli altri alle nostre esperienze, esse sono 1.° Di penetrare nei tessuti, e offerire all'interno impasto molecolare di essi scandagli di larga superficie. 2.° Di cogliere la corrente il più possibilmente prossima ai primi moti di reazione vitale, o volontaria. 3.° Di scandagliarla dove presumibilmente ella ha origine, e si scarica. Le quali tre condizioni vanno in una sola regola a compendiarsi; ed è: *che lo strumento destinato a raccogliere la Corrente sia anche il feritore e il produttore di forte improvvisa e profonda sensazione, che determini istantanea reazione automatica o volontaria nell'animale, la qual reazione sprigioni la Corrente, e*

Digitized by Google

la spinga fuori degli organi con una specie di moto eccentrico o di scarica.

Furono pertanto fatti costruire due stili di acciajo di forma triangolare lunghi più di un terzo di braccio, e con impugnatura di legno. Cotesti stili avevano a due dita trasverse lontani dall'impugnatura due fori, entro a'quali potevansi congiungere, avvolgendoli allo stilo, i fili conduttori: erano con punte ambedue acute in maniera da potervi penetrare non solo le masse muscolari, ma anche le ossa del cranio di non molto grossi animali, come volatili di varie specie, e tra i quadrupedi conigli, gatti, cani, agnelli, ed altri di mole somigliante.

8.ª ESPERIENZA. Col Galvanometro del Melloni messi in comunicazione i due suddetti stili per mezzo di un filo di rame avvolto ai fori di essi, e ridotti prima omogenei i nuovi scandagli, vi si è poi ferito con prontezza un grosso piccione nell'emisfero destro del cervello, e in un muscolo della coscia dello stesso lato. Nel momento si è avuta forte convulsione nell'animale, e si è osservata una corrente di 10.° volta dal cervello al muscolo, la quale un istante dopo si è mutata in altra di circa 30.° in senso opposto, e dipoi in altra di 40.° nel senso della prima. Abbiamo estratti gli stili, e posti in comunicazione fra loro colle punte non ci hanno data che una debole corrente di 2.° Di nuovo immersi nelle stesse parti, ma del lato opposto, e praticata l'immersione per quanto si è potuto contemporanea, e alla stessa profondità, abbiamo riavute le due prime correnti, cioè quella di 10.° e l'altra di 30.° assai rapide, ma è mancata la terza, cioè quella di 40.°, e l'animale non era ancor morto. Tolto allora lo stilo che era infitto nella coscia, e piantatolo nel muscolo destro del petto si è veduto subito una corrente di 10.° che non ha nè aumentato, nè si è invertita, ma è retroceduta lentamente verso lo

Digitized by Google

zero, e l'animale era senza moto, e presso che spento. Estratti gli stili si è osservato se avevano acquistato nessun potere elettro-motore, immergendoli nell'acqua salata, e abbiamo notato una corrente di circa 2.° soltanto.

Avendo avuta così poca reazione elettro-chimica in quest'ultima prova, e così debole essendo stata la corrente ottenuta nel porre a contatto le punte degli stili a mezzo della esperienza, le forti correnti ottenute quando era in circuito l'animale ci avrebbero alquanto adescati, se non fossero andate così bizzarramente in sensi fra loro opposti. Onde per allontanare maggiormente il sospetto di correnti termo-elettriche si allungarono di più i conduttori, unendo agli stili due fili di ferro lunghi mezzo braccio ed a questi i due fili di rame del solito Galvanometro, ed impugnati gli stili per il loro manico coibente sopra un robusto coniglio si operò come segue.

9.ª ESPERIENZA. Infitti contemporaneamente uno stilo nel cervello e l'altro nella coscia destra abbiamo veduto volgersi subito l'ago pian piano sino agli 11.° da una corrente che andava dal cervello alla coscia, e dipoi si è a un tratto invertita per andare sino agli 80.°, e nuovamente invertendosi nel senso primitivo è giunta sino ai 40.°, e prima di retrocedere a zero ha oscillato alquanto in questa posizione. Estratti gli scandagli si è osservato che piccolissima corrente termo-elettrica si aveva col porre le loro punte a contatto. Si è lasciato tornare a zero l'ago, e quindi si sono nuovamente immersi gli scandagli nella spina dorsale, e nel muscolo sopraddetto, e si è avuta altra forte corrente di 80.° circa, la quale dopo poco si è invertita, e ridotta in una corrente costante, che essendo di 70.° in principio, è poi lentissimamente andata diminuendo sino ai 40.°, e poi quando sembrava di essersi resa costante, si è osservato che cresceva o diminuiva nell'atto che si agitava l'ani-

male, e maggiormente quando cotesto agitarsi era l'effetto di qualche puntura con la quale facevamo che venisse tormentato. Lo strumento che serviva a pungerlo era un coltellino anatomico isolato affatto da qualunque comunicazione col circuito, e le punture si praticavano sempre lontane dai luoghi dove erano infitti gli scandagli. Si immerse cotesto coltellino tra la prima vertebra cervicale, e il foro occipitale in modo da troncare il midollo e contemporaneamente il resto di vita che era ancor superstite dell'animale. L'ago si portò istantaneamente verso lo zero. Tratti fuori gli stili dal loro posto dopo che vi erano stati per circa 10 minuti si trovò in essi un potere elettro-motore pronunziato, per modo che immersi colle punte nell'acqua salata dettero una corrente costante di 40.°, e volta nel senso opposto che si aveva quando comunicavano coll'animale.

In questa esperienza le prime correnti ottenute furono così gigantesche che sebbene molto vogliasi concedere alla influenza elettro-chimica della facile ossidabilità dello scandaglio, qualche cosa a noi sembra che pur resti sempre da attribuirsi alla forza elettro-motrice della vita. Nondimeno a riguardarla come concludente sarebbe stato mestieri che non vi fossero state quelle brusche inversioni nell'ago, il qual fenomeno abbiamo quasi sempre trovato corrispondere colla perduta omogeneità degli scandagli sotto lo sperimento.

10.ª ESPERIENZA. Ripresi i due stili di acciajo, e fattili verniciare per tutta la loro lunghezza con bitume giudaico, se ne lasciò solamente nuda la punta per l'altezza di mezzo pollice. Quindi adattati gli scandagli al conduttore di rame del Galvanometro ed apparecchiato un grosso piccione gli si immerse nell'emisfero sinistro del cervello uno stilo, e l'altro nei muscoli della coscia destra, e si ebbero 15.° gradi di deviazione dal cervello al muscolo dopo aver te-

Digitized by Google

nute le punte in permanenza qualche minuto secondo. Distaccate le punte l'ago ritornò a zero. Si infissero poco dopo le punte stesse l'una nell'emisfero destro, e l'altra nel muscolo destro del petto. È nota la grande massa carnea di questi muscoli in confronto di quelli delle estremità nella maggior parte dei volatili. Chiuso appena il circuito si ebbe una pronta deviazione nello stesso senso della prima di gradi 45.° Scandagliati dopo i conduttori nell'acqua semplice dettero 2.°, e nell'acqua salsa 9.° di reazione.

Quantunque più regolare che innanzi sia stato il movimento dell'ago in questa sperienza, e sebbene que'gradi 45.° siansi ottenuti quando lo scandaglio pescava in maggior massa muscolare, ed ove era presumibilmente più forza di vita, e tuttociò possa riferirsi in qualche parte al principio elettro-motore da noi ricercato, tuttavia que'9.° d'alterazione trovati negli stili, benchè rimasti per breve tempo sepolti entro ai tessuti animali, sono bastanti per non potere appoggiare un giudizio definitivo sopra così infidi scandagli per la loro troppo facile ossidabilità.

Onde per meglio schivare la facile formazione di que' veli elettro-chimici di che la materia animale può vestire cosiffatti conduttori, e imprimere loro il carattere di eterogeneità elettro-motrice si fecero dorare le punte dei due stiletti con oro il più possibilmente puro per l'altezza di un pollice circa, lasciandoli al di sopra della doratura così come erano verniciati di bitume, e con essi di tal modo difesi, e congiunti ai fili del Galvanometro si fecero le seguenti esperienze.

11.ª ESPERIENZA. Prima di fare l'esperimento le punte dorate degli stiletti a contatto davano una corrente termo-elettrica che lentamente giungeva a 10.° Fatta passare la detta corrente per l'acqua distillata l'ago rimaneva immobile. Con altre cure si ottenne che la corrente termo-elet-

Digitized by Google

trica del contatto fosse debolissima, e tale da non calcolarsi dovendo passare pel conduttore umido dell'animale. Allora sopra un coniglio posti gli scandagli nelle solite parti cervello, e muscoli delle estremità inferiori dal lato sinistro, e immergendoli ad eguale profondità si è veduta subito una corrente diretta dal cervello al muscolo che è giunta sino a 90.°, la quale dopo poco è diminuita, e si è mantenuta verso i gradi 50.° circa. Allora sono stati tolti gli stili, e immerso quello che era nella coscia nel cervello, infiggendo prima l'uno, e poi l'altro, e si è ottenuta una corrente di 60.°, la quale tosto è divenuta di 40.° in 50.°, oscillando l'ago, e dimostrando una costanza verso i 40.°: e tal corrente era diretta in senso opposto alla prima, cioè dalla coscia al cervello. Tolti di nuovo gli stili sono stati invertiti, e rimessi come nella 1.ª esperienza, e si è ottenuta la corrente della seconda immersione, cioè dalla coscia al cervello, e l'animale non era ancor morto. Spenta poco dopo la vita manifesta nell'animale, gli si è prestamente aperto, e sollevato il torace, e il cuore mostrava ancora un palpito, o piuttosto un convulso sussulto. Ferito questo viscere con un coltello anatomico è cessato in lui ogni movimento. La corrente sempre verso i 40.° non si riconduceva a zero. Tolti gli stili dall'animale si è provata la loro alterazione coll'immergerli in acqua distillata, ed hanno dato una corrente di 15.°, e dopo lavati e puliti, immersivi una seconda volta, la corrente in senso opposto ha dato 4.° di deviazione.

In questa sperienza l'azion chimica almeno della prima immersione doveva essere minore stante la minore ossidabilità dell'oro in confronto di quella del ferro; eppure si ebbero correnti più forti, e più stabili! Si noti ancora che il coniglio è stato durante il primo scandaglio in continuo dibattimento, ed ha urlato quasi sempre! Fenomeno valutabilissimo sarebbe altresì l'aver veduto nella seconda immer-

Digitized by Google

sione degli stili invertirsi la corrente in corrispondenza coll'avere invertito la posizione degli scandagli. Ma perchè rimessi al primiero posto gli stili non tornò a mostrarsi la direzione della prima corrente? Perchè dopo spenta la vita dell'animale la corrente si tenne ferma ancora verso i 40.°? Si potrebbe supporre che il potere chimico elettro-motore degli scandagli si cominciasse a svolgere alla terza immersione di essi?

12.ª ESPERIENZA. Con i detti stili è stata ferita nella coscia e nel cervello una rana spellata intera, e viva, e legata con cordoncino di seta ad una lamina di vetro. Appena immersi gli stili si è ottenuta una corrente di 7.° che andava dal cervello alla coscia e diminuiva d'intensità lentissimamente. Pungendo l'animale con un ago ora si aveva un aumento, ed ora un decrescimento notabile della corrente. Cotest' ago conficcato che fu nella spina dell'animale, e poscia nel cuore, restando sempre gli scandagli al loro posto, la corrente si è invertita, ed è andata sino a 25.° Posti gli stili nell'acqua pura dopo averli estratti e ripuliti si sono trovati in modo da dare una corrente di 4.°

13.ª ESPERIENZA. Ristabilita per quanto si poteva la omogeneità degli stiletti dorati, si è con uno perforato il cranio, e il cervello a diritta, e con l'altro la coscia dello stesso lato ad un vispo passerotto, e si è ottenuta una corrente di 10.° diretta dal cervello al muscolo che è stata costante finchè si sono tolti gli scandagli, e invertita la loro posizione. L'animale aveva gettato molto sangue dalle ferite del cranio ed era boccheggiante, e senza moto manifesto. La corrente ottenuta nello stesso senso della prima aumentò sino a 30.° Estratti allora gli stiletti, ed esplorati in acqua salsa dettero una corrente da principio di 3.° volta in senso opposto alla precedente, che dopo poco si fece di 31.° invertendosi dalla prima direzione, e mantenendosi stabile.

Digitized by Google

Il partito preso di dorare le punte degli stili non ha valuto affatto, come si vede, a schivare la facile formazione di veli elettro-chimici alle loro punte. E però le nostre sperienze del 2.° genere ritenevano la stessa incertezza, e ambiguità delle prime. Se non che in queste ci sembra che meno oscuro apparisca il limite tra la corrente propria dell'animale che si ottiene sotto le prime reazioni di esso e la prima immersione degli scandagli, e quella che sorte fuori, quasi sempre invertendosi, e non più in relazione nè co' moti, nè colla vita dell'animale stesso, quando gli scandagli alterati acquistano da per se il potere elettro-motore. Attentamente considerate le tre ultime sperienze (11.ª, 12.ª, 13.ª) parrebbe potersi fissare lo svolgimento della corrente elettro-chimica nella 11.ª al fine della prima immersione degli scandagli, nella 12.ª quando si invertì la corrente, e da 7.° passò a 25.°, nella 13.ª quando la corrente aumentò sino a 30.° allo spegnersi della vita nell'animale. Ma finchè si adoperano scandagli di così facile alterazione, chi ci concederebbe il diritto di riguardare come proprie dell'animale esplorato le correnti prime che si hanno nel primo immergerli negli organici tessuti?

Digitized by Google

PARTE TERZA

Esperienze del terzo genere con placche e stili di Platino, e resultati positivi.

Era adunque indispensabile di rivolgersi di nuovo al platino, non per adoprarlo in fili come facemmo nelle prime esperienze, e come altri hanno fatto; ma invece in forma tale, che oltre all'offerire alla intima compage molecolare de' tessuti una più estesa superficie, fossero poi anche atti a sorprendere lo stato fisiologico, penetrando d'un colpo nelle masse organiche senza anatomica preparazione. A questo effetto prima si usarono lamine saldate a' conduttori di rame inargentato, e poscia a miglior uso si fecero costruire due stili o lancettoni lunghi tre pollici e mezzo circa, l'una estremità dei quali era conficcata in manico di legno che serviva di impugnatura, e l'altra era a fronda d'oliva appuntata nel mezzo, e tagliente a' bordi.

Qui narreremo quelle sperienze sulla rana, le quali noi abbiamo sempre fatto precedere a quelle degli animali a sangue caldo, e non poche volte sono state da noi eseguite insieme con quelle dei detti animali, ad oggetto di confermare qualche fenomeno osservato, ovvero anche per spiare le differenze che tra l'una classe e l'altra di animali esistessero rapporto alla elettricità. Delle quali esperienze o preparatorie, o intramezzate non abbiamo fatta menzione, perchè in esse diremo una volta per sempre abbiamo trovato costantemente riprodursi le medesime comparse, scomparse, inversioni, anomalie che solevamo osservare in quelli a sangue caldo, fatta eccezione della differenza dei gradi nelle correnti, i quali sempre di gran lunga mi-

Digitized by Google

nori si presentarono sulla rana, che negli animali a sangue caldo da noi adoperati. Un esempio ne abbiamo descritto nella esperienza 12.ª

14.ª ESPERIENZA. Unite al Galvanometro del Melloni due lamine di platino di figura quadrangolare con bordi taglienti saldate a conduttori di filo di rame inargentato, e presa una rana viva, e fatta spellare tutta intera, e legata con filo di seta ad una lastra di vetro si è posta la lamina di scandaglio, stringendola lontano dalla saldatura con le dita intonacate di tela incerata a semplice contatto con la teca ossea del cranio e l'altra lamina a contatto col muscolo della coscia, e non si è avuto alcun indizio di corrente. Penetrando colle cantonate taglienti nel cervello e nel muscolo della coscia, si è nell'atto dell'immersione ottenuta una corrente di 6.° diretta dal cervello al muscolo, la quale dopo qualche tempo si è illanguidita, e ridotta a 3.°, e poi a 1.° lentamente. Estratte le lamine, e rimesse dopo breve tempo durante la vita dell'animale si è riottenuta una corrente di 4.° nel medesimo senso. Invertiti gli scandagli la corrente è stata di 3.° colla direzione sempre costante dal cervello al muscolo. Lo scandaglio della coscia è stato posto nella bocca, sotto il petto, e in ciascuna estremità, e sempre più o meno la corrente ottenuta accennava dal cervello alle parti, mostrandosi altresì più energica quando attraversava minore arco animale, e si è poi estinta colla morte di questo.

15.ª ESPERIENZA. Sopra una seconda rana meno vivace della precedente si è ripetuta la stessa prova dell'applicare le lamine di platino a semplice contatto, e l'ago del Galvanometro è stato immobile. Penetrando cogli angoli della lamina di platino nel cervello e nel muscolo, l'ago ha preso subito l'andata sino a 5.° con direzione dal nervo al muscolo. Posta la punta della lamina che era nel cer-

Digitized by Google

vello, entro lo spinal midollo, e l'altra nelle masse muscolari delle estremità anteriori, la corrente è stata di 3.° parimente dal nervo al muscolo. Rimessi di nuovo a semplice contatto gli scandagli, l'uno in prossimità del cuore, e l'altro nella bocca, e in altre superficie dell'animale, l'ago ha mostrato qualche languido movimento di $^1/_2$.° circa diretto dall'esterna superficie dell'animale al cuore.

16.ª ESPERIENZA. Sopra una terza piccola rana, e debolissima, conficcati gli angoli delle lamine suddette nel cervello, e nei muscoli della coscia si è avuta una corrente di 2.° $^1/_2$ diretta dal cervello al muscolo.

Gli scandagli cimentati con acqua distillata e con acqua salsa non hanno mostrata alcuna alterazione.

17.ª ESPERIENZA. Ci fu recata dal littorale marittimo prossimo a Pisa detto del Gombo una Torpedine viva entro l'acqua marina della grandezza di 11 pollici inglesi, e il di cui organo elettrico era di pollici 4 e 2 linee. L'animale dava tuttora sensibili scosse. Collocato sopra una lastra di cristallo, e sottomesso all'esperimento co' due scandagli a lamine di platino uniti al Galvanometro del Melloni si sono ottenuti i seguenti resultati.

Posto uno scandaglio sopra la pelle che cuopre il cervello, e l'altro sopra la spina a distanza di 4 dita trasverse l'uno dall'altro, e premendo alquanto la pelle senza traforarla si mosse l'ago del Galvanometro di 2.° con direzione dal cervello alla spina. Invertiti gli scandagli si invertì del pari la debole corrente. Posto uno scandaglio a contatto del cervello come sopra, e l'altro sull'organo elettrico si ebbe una corrente di 1.° $^1/_2$, e talvolta di 2.° e 3.° secondo che più si premeva la punta della lamina contro la pelle. La corrente era diretta dall'organo al cervello. Messo allo scoperto l'organo elettrico, e asportato l'osso che copriva i lobi cerebrali si sono immerse le punte

Digitized by Google

delle lamine nell'organo penetrandolo di 3, o 4 linee di profondità, e ne' lobi superiori del cervello quasi alla stessa profondità. Non si ebbe che un piccolissimo movimento dell'ago nell'atto dell'immersione, e l'animale non si scosse. Ma tutto ad un tratto avendo spinto in basso lo scandaglio del cervello, ed avendo con esso penetrato il *quarto lobo* si è ottenuta nell'ago una gran deviazione di più di 90.° che accennava una corrente volta dal cervello all'organo. Invertendo gli scandagli si invertiva la gran deviazione dell'ago. La lesione del quarto lobo, e la permanenza in esso dello scandaglio produsse grande agitazione nell'animale, e l'ago si mantenne deviato finchè durarono le commozioni del pesce. Cessati questi sperimenti, e cessato del pari ogni segno di respirazione, si mise allo scoperto un tratto di muscolo dorsale, e porzione delle vertebre della spina. Posta la punta dello scandaglio entro alla massa muscolare, e premendo con l'altra punta le vertebre spinali per penetrare nel midollo, quando si fu in questo penetrati la Torpedine che sembrava già spenta si contrasse, e l'ago deviò di 15.° accennando una corrente volta dal muscolo al midollo. Ripetendo questa prova la seconda volta l'animale non si scosse più, e non si ebbero più correnti.

Gli scandagli cimentati al solito dopo lo sperimento conservavano la loro omogeneità.

18.ª ESPERIENZA. Come i decisi resultati ottenuti sulle Rane ci convincevano del vantaggio di questo nostro modo di sperimentare, e ci persuadevano a seguitare con buon esito le nostre ricerche; così quelli avuti dalla Torpedine ci facevano nascere desiderio di confrontare i così detti pesci elettrici cogli altri animali, e stabilire fra loro le analogie che moltissime ne apparivano per questo primo tentativo. Il cervello sembra il luogo dello sviluppo della

Digitized by Google

elettricità in tutti gli animali vertebrati, e l'organo elettrico della Torpedine pare il serbatojo ove la sviluppata si accumula; ed in ciò sta forse la sostanziale differenza fra i pesci elettrici e gli altri animali. Riprendendo il seguito delle nostre sperienze sugli animali a sangue caldo e vedendo che la lamina di platino era abbastanza resistente da poter penetrare nel cranio di alcuni piccoli animali, non essendo ancora in pronto gli stiletti, o lancettoni, ci proponemmo di sperimentare sopra un piccione, e vedere se coll'angolo acuto della lamina si fosse potuto perforare il cranio, onde cimentare il platino con un contatto più esteso; mentre innanzi i fili soli di platino non ci avevano mai dato nulla. Di fatto tolta la cute piumata, e scoperte le ossa del cranio ad un piccione, e tolta anche la cute dai muscoli della coscia destra, si è benissimo introdotta una lamina profondamente entro al cervello, e l'altra nella massa muscolare, e si è ottenuta subito una corrente di 7.° diretta dal cervello al muscolo. Si è poi osservato se nell'acqua salata le placche di platino davano corrente, e non se ne è veduto alcun segno. Si sono poi nuovamente immerse nelle solite parti dell'animale le lastre metalliche, e si è avuta una corrente di 5.° volta nello stesso senso della precedente, la quale come quella è durata poco tempo, e si è ridotta a 2.° Allora è stata invertita la posizione degli scandagli, e si è riottenuta pure una corrente volta sempre dal cervello al muscolo di 4.°, la quale è pur durata pochissimo tempo. Essendo ormai cionco l'animale, abbiamo aperto il petto, e siamo penetrati colla punta di una lamina nel ventricolo sinistro del cuore mentre l'altra restava permanente entro alla massa cerebrale: si è svolta intanto una corrente di 10.° che presto si è ridotta stabile a 4.° Tolti dopo un minuto circa gli scandagli senza pulirli, e intrisi di sangue sono stati nuovamente tuffati nell'acqua salata,

Digitized by Google

e si è avuta una debolissima corrente appena di 1.° L'animale è morto nell'atto che aprivaglisi il cuore. Dopo una mezz'ora, e dopo avere bene ripulite le lamine è stata ripetuta l'esperienza immergendo nel cervello una lamina, e l'altra nel cuore, e si è veduto un languido movimento nell'ago di 1.° $^1/_2$ dal cervello al cuore come le altre. L'animale era ancor caldo. Mentre le lamine erano in questa posizione si è riscaldata la saldatura di una di esse col filo di rame per mezzo del calore della mano, e non si è veduto deviare sensibilmente l'ago del Galvanometro.

19.ª ESPERIENZA. Sopra altro piccione colle medesime lastre di platino immersane una colla punta nel cervello, e l'altra nel muscolo destro del petto la corrente è comparsa all'istante ed è andata dal cervello al muscolo deviando di 7.°, e quasi subito rimettendosi a zero, e sotto uno scuotimento dell'animale riconducendosi a 3.°, e quindi di nuovo a zero. Essendo stato punto l'animale onde farlo scuotere, nel momento in che egli si è scosso fortemente con le ali l'ago ha ripreso cammino fino a 6.° L'animale sembrava morto, e la corrente di 6.° si era estinta. Estratti gli scandagli, e poco dopo ristabilite le comunicazioni la corrente andò a 3.° Scoperta la spina dorsale, e messo in questa lo scandaglio del muscolo si trovò una corrente di 2.° diretta dal cervello alla spina. Si scuoprì il cuore, e si penetrò nel ventricolo destro colla lamina di platino lasciando l'altra in permanenza nel cervello. Il cuore era caldo, e palpitante. Comparve in questo una subita corrente di 15.° dal cuore al cervello, la quale si è molto dipoi indebolita, e fermata a 7.°, languidamente estinguendosi col moto, e colla vita organica dello stesso animale. Scaldando una saldatura tra il platino e il rame col calore della mano non abbiamo avuta corrente termoelettrica metallica atta a passare per gli organi animali.

Digitized by Google

20.ª ESPERIENZA. Scoperto il cranio, e il muscolo di una coscia ad un coniglio, i due suddetti scandagli sono stati infitti in coteste parti dell'animale, mentre in una porzione del circuito due fili di platino pescavano in acqua distillata tanta da formare una interruzione di sole due linee tra l'uno, e l'altro filo. L'animale si scuoteva a quando a quando, e ferito nel petto ha dato anche maggiori scuotimenti; l'ago del Galvanometro è stato immobile. Allora abbiamo messi in comunicazione fra loro i due fili di platino, e si è tolta l'interruzione dell'acqua. È comparsa subito una corrente di 7.° volta dal cervello alla coscia, la quale presto si è ridotta a 3.°, e si è poi nuovamente aumentata quando l'animale maggiormente si agitava. Gli scandagli esplorati in acqua salsa conservavano la loro omogeneità. Essendo tuttora vivo l'animale si volle ricercare la corrente tra il fegato e lo stomaco, ed esaminarne i rapporti colla vita, ripetere insomma la sperienza del Donné, e del Matteucci. Si aprì l'abdome, e si mise allo scoperto il fegato nella sua parte concava, e nello stesso tempo ferito lo stomaco si pose a nudo un breve tratto della sua muccosa lavandola prima di alcuni tritumi di erbe che la imbrattavano. Si pose una lamina di platino dei conduttori a semplice contatto con questa membrana, e l'altra si pose a contatto del solco tra la vessichetta del fiele ed il fegato. Comparve la corrente che andò ardita fino a 70.° volgendosi dal fegato allo stomaco, vale a dire dall'alcali all'acido. Tagliati al di sopra del diaframma tutti i vasi, ed i nervi che vanno a cotesti visceri, e ristabilite le comunicazioni si ebbe una corrente di 50.° Si troncò l'animale in due parti lasciando sul tavolino della sperienza il solo tronco inferiore abdominale con le inferiori estremità. Riposti nei detti luoghi gli scandagli s'ebbe altra corrente di 46.° Dopo tre quarti d'ora circa sullo

Digitized by Google

stesso tronco ristabilite le comunicazioni si riottenne una corrente di 36.° Gli umori che trovavansi alla superficie di cotesti organi colla quale furono tenute a semplice contatto le lamine di platino valsero ad alterarle, cosicchè nell'acqua pura esplorate ci dettero una reazione di 7.°

Le lamine di platino hanno adunque, a differenza dei fili, dato costantemente delle correnti nelle prime immersioni: differenza che noi notammo anche tra gli aghi d'acciajo, e gli stili adoperati dello stesso metallo. La condizione adunque dell'offerire estesa superficie agli organi è vera per avere la corrente, è vera tanto negli animali a sangue freddo che a sangue caldo. I resultati del contatto più esteso delle lamine di platino posti a confronto con quelli ottenuti dagli stili di acciajo sono infinitamente minori, ma più sicuri, e più decisivi, avendo le lamine, tanto lungo gli sperimenti che dopo di essi, conservata la loro omogeneità, talchè non si sono vedute quelle inversioni che tanto rendevano varii i resultati degli stili di ferro.

Ci assicurammo pure della verità dell'altra condizione di penetrare entro i tessuti, mentre le esperienze 14.ª, 15.ª, 17.ª nelle quali usammo i semplici contatti non sprigionarono corrente veruna.

Molto più precise ci comparvero inoltre nelle correnti ottenute le attinenze colle forze della vita scemando i gradi loro collo scemarsi di queste, ingrandendosi quasi sempre sotto gli scuotimenti degli animali, e mostrando ancora qualche costante relazione collo sviluppo organico maggiore, o minore degli animali medesimi.

Quell'illanguidirsi, od estinguersi della corrente dal cervello al muscolo quando cessa nell'animale per prossima morte la mobilità relativa, e il trovarsi allora maggiore la corrente tra il cuore e il cervello, come nelle sperienze 18.ª e 19.ª, fenomeno che concorda con quanto ad occhi veg-

Digitized by Google

genti gli animali sezionati ci presentano, che il cuore, e il tubo gastro-enterico continuano a manifestare il loro vital movimento qualche tempo dopo la morte, cominciò ad indicarci che la corrente che dal cervello va al cuore rettrice della vita organica è l'ultima a spegnersi, e che quando è illanguidita nella periferia del sistema muscolare conviene ricercarla nel centro massimo di questo sistema del moto vitale, che è il cuore. Non è però da tacere che la direzione di questa corrente si è spesso trovata opposta all'altra, cioè dal muscolo al nervo.

Nello sperimento sulla Torpedine trovavamo vero quanto stabilì il Matteucci intorno al quarto lobo cerebrale di cotesto animale, lobo che a buon dritto egli riconobbe, ed appellò *lobo elettrico*. La corrente di 15.° ottenuta sotto una contrazione dell'animale quando esso parea già spento, e l'ago era a zero, è pur fenomeno da non potersi attribuire ad altra cagione che all'intimo legame tra le correnti, e la vita.

La direzione della corrente anch'essa ci apparve sempre costantemente dal cervello al muscolo tanto nelle Rane che nella Torpedine, e negli animali a sangue caldo; e questa legge uniforme, e le altre comuni vicende della elettricità ritrovata sì nell'una, che nell'altra classe di animali, compresavi l'esistenza, e la manifestazione della corrente propria, che ormai possiamo riguardare come avverata, ci preparavano il fondamento ad un principio che riguardar potrebbesi come solenne in Fisiologia, cioè, che i fenomeni di elettricità animale si comportano colle medesime leggi, e si rendono discernibili per gli stessi mezzi tanto negli animali a sangue freddo, che in quelli a sangue caldo.

La sperienza 20.ª, e qualche altra consimile che non riportammo, ci provarono che le correnti che si ottengono

Digitized by Google

a semplice contatto fra lamine di platino, e visceri irrorati da fluidi tra loro eterogenei, essendo elettro-chimiche non sono a confondersi colle vitali, e si ottengono egualmente tanto dopo spenta la vita di relazione, che dopo cessata interamente la vita organica.

Secondo il Becquerel se la corrente animale non passa attraverso dell'acqua distillata colla quale si interrompa il circuito, è indizio che essa non è animale, ma elettro-chimica. Ripetendo queste prove nella sperienza 20.ª abbiamo veduto non passare la corrente. Però sulla pretesa maniera di assicurarsi della corrente chimica nelle sperienze elettro-fisiologiche stabilita dal Fisico francese ritorneremo con opportune ragioni dopo avere riferiti alcuni nostri sperimenti comparativi.

Gli è certo intanto che le sole correnti elettro-chimiche formano obbiezione considerevole in questo genere di ricerche. Giacchè le termo-elettriche metalliche che pur le tante volte si portano in campo dagli oppositori, attraversando conduttori umidi o si indeboliscono grandemente, o non passano. Se la corrente del 20.° esperimento fosse stata termo-elettrica, perchè passò sotto il maggior arco del conduttore umido dell'animale accennando 7.°, e non passò affatto attraverso due sole linee d'acqua distillata? Nello sperimento 18.° e 19.° scaldando colla mano le saldature de' conduttori, non ci è riuscito di far passare per gli organi animali quella stessa corrente termo-elettrica metallica, che senza cotesto conduttore itermedio è atta a far deviare l'ago del Galvanometro sino a 60.°, e più gradi. Faremo inoltre vedere innanzi che uno sbilancio tale di temperatura tra il cervello e il muscolo di un animale vivo da dare una corrente che passi attraverso un conduttore umido di 4, 6 e anche 8 pollici di arco animale, e faccia deviare l'ago del Galvanometro, non è mai supponi-

Digitized by Google

bile. Noi abbiamo ad alcuni passeri che ci davano una corrente vitale di 6.°, di 8.° e di 10.° alle prime immersioni, riscaldata la testa con fiamma d'alcool sino alla temperatura di 40.° R. circa, e posto quindi uno scandaglio nel cervello, e l'altro nel muscolo del petto, quando l'animale non era più in vita, ora non abbiamo avuto corrente, o se si presentava non è stata mai maggiore di 2.° o 3.° E qui è da notare come l'arco animale che doveva attraversare questa corrente dal petto al cervello di un passero, era assai minore di quello tra le stesse parti o i muscoli della coscia d'un piccione, o d'un coniglio, su i quali abbiamo fin qui ottenuta la corrente neuro-elettrica.

La differenza veramente grande tra l'intensità della corrente che si otteneva con gli scandagli a punta nuda d'acciajo, o dorata, e quella che ne hanno data le lamine di platino ci trattiene nel pensiero che il ferro per sua speciale conducibilità raccoglier possa correnti più valide a cagione di quella sua conducibilità, che per la corrente animale potrebbe essere maggiore di quella del platino. E se le facili alterazioni del ferro non oscurassero i resultati delle esperienze rendendole sommamente irregolari, o per meglio dire se vi fosse mezzo di eliminare tutt'altre specie di correnti che gli scandagli medesimi possono produrre da quella che forse nella prima immersione raccolgono dall'animalità, noi saremmo per preferirlo al platino stesso in questo genere di ricerche. Ma finchè non si trovi mezzo di schermirsi dalle irregolarità dei fenomeni che se ne ottengono, abbisognando che le prime ricerche sieno della maggior chiarezza possibile per interpretarle rettamente, è necessità valersi del platino, il quale benchè più tenui, dà correnti più regolari, e più costantemente uniformi allo stato organico che si esplora. E per dare una prova di quanto qui da ultimo considerammo, riferiremo uno sperimento

in che l'uno dopo altro si adoperarono i due generi di metalli, come raccoglitori della corrente; sperimento nel quale cominciammo a valerci non più di lamine, ma di due stiletti, o lancettoni di platino fatti costruire appositamente della lunghezza, e della forma che più sopra abbiamo notato.

21.ª ESPERIENZA. Scegliemmo un agnello, e scopertagli la teca ossea del cervello, e le carni di un muscolo della coscia si tentò di penetrare nel cranio col lancettone di platino, ma non ci riuscì, e fu allora che si prese il partito di aprirci prima la via con gli stili d'acciajo, il che avrebbe servito per scandagliare comparativamente gli effetti de' due stili. Persuasi di avere una forte corrente con gli stili di acciajo, si volle preparare di nuovo il circuito interponendovi un tubo a U d'acqua distillata nella quale pescassero le due punte del conduttore di platino alla distanza tra loro di 4 linee. Conficcato adunque lo stilo di ferro entro al cranio, e l'altro nel muscolo della coscia non si ebbe alcun movimento nell'ago. Ravvicinate anche più le punte dei fili di platino che pescavano nell'acqua distillata, il Galvanometro stette immobile. Tolto il filo dal liquido, e congiunti i conduttori insieme l'ago andò prontamente al di là dei 90.° con direzione dal cervello alla coscia. La forte corrente si rese poi stabile a 60.° aumentando di 6 in 7 gradi circa di tanto in tanto, e specialmente quando l'animale si scuoteva. Estratti gli stili di ferro da detti luoghi, e tornato l'ago a zero, si sono ricollocati uno nei muscoli dell'anteriore estremità destra, e l'altro in quelli della coscia dello stesso lato, e si è veduta una corrente di 60.° dalla estremità anteriore alla inferiore. Posti cotesti stili nell'acqua pura si è avuto un indizio di alterazione in essi di poco meno di altri 60.° Invece di stili di ferro si sono allora presi i due lancettoni di platino, e riconosciuta

Digitized by Google

prima la loro omogeneità se n'è posto uno nel muscolo della gamba anteriore, e in quello della posteriore, e si ebbe una corrente di 7.° diretta dalla anteriore alla posteriore, e questa si era ridotta a 2.°, e pochissimo si aumentava quando l'animale si scuoteva. Lasciando in permanenza gli scandagli di platino si è con un coltello anatomico vibrato un colpo tra la terza e la quarta costa penetrando nel ventricolo anteriore destro del cuore. Un forte belato, e un improvviso sussulto nell'animale sono stati contemporanei d'una rapida corsa dell'ago del Galvanometro sin oltre ai 90.°, accennando (diremo per modo di esprimerci) una forte scarica elettrica diretta dall'estremità anteriore alla posteriore. L'animale continuava a vivere, ma ferito in altre parti non ha dato più veruna impulsione all'ago, il quale si è poco dopo ricondotto a zero.

Si è posto uno scandaglio di platino nel cervello penetrando pel foro fattovi anteriormente collo stilo di ferro, e l'altro scandaglio in un muscolo della coscia, e si è avuta una corrente di 20.° dal nervo al muscolo che presto si è ridotta a 10.°, e si è spenta colla vita stessa dell'animale. Un quarto d'ora dopo la morte si sono collocati gli stiletti di platino nelle stesse parti, e non si è avuta altra corrente che di 1.° ½ o poco più: postivi invece gli stili di ferro l'ago è deviato presso a poco come quando l'animale era vivo. Esplorati gli scandagli di platino nell'acqua pura e salsa, pochissimo avevano perduto della loro omogeneità.

Fenomeno che ci sorprese in questa esperienza fu la corrente di 90.° che non abbiamo mai più riottenuta, introdottasi negli scandagli di platino posti tra muscolo e muscolo! Invece la maggior parte delle osservazioni ci avevano insegnato che la corrente che si otteneva tra tessuti omogenei, come tra nervo e nervo, tra muscolo e muscolo, era sempre minore di quella che svolgevasi tra muscolo e

Digitized by Google

nervo. Ma forse questo avviene quando la corrente è sorpresa nel suo corso naturale, e molto preferisce di andarsene per l'omogeneo conduttore piuttostochè incanalarsi pel conduttore metallico. Ma quando una forse reazione vitale come quella che seguì nel nostro caso la obbliga ad assumere il carattere di *corrente di scarica,* nel sortire che fa per l'esterna periferia neuro-muscolare, può essere che lo scandaglio metallico ivi posto la raccolga tutta o quasi tutta, e la faccia passare nell'istrumento. Negli animali però che non hanno la *corrente di scarica* tra le proprietà speciali della loro vita, come l'hanno il Gymnotus, la Torpedine, ed altri simili, non sempre avviene che lo sperimentatore fortunatamente si imbatta ad incontrare il momento fuggevole di quella vitale reazione che la sprigiona con impulso, e l'accompagna. Ma se vi è modo sperimentale per ottenerla meno raramente certo gli è quello che diciamo *traumatico,* per noi sostituito all'altro dei semplici contatti; perocchè in esso nello stesso tempo e nello stesso mezzo si riunisce l'eccitatore della reazione, e il raccoglitore della corrente.

Altra cosa notabile in questa esperienza è l'evidente prova della maggior fede che meritano gli scandagli di platino a confronto di quelli d'acciajo in questo genere di lavori; mostrandosi col ferro anche dopo la morte le medesime correnti che si avevano durante la vita dell'animale.

Osserveremo finalmente quanto alla rinnovata prova data dal Becquerel per sicuro indizio della corrente elettrochimica, vale a dire il non passare pel tubo d'acqua distillata, che quando una corrente forse più di 90.°, e senza dubbio elettro-chimica non valse a passare attraverso di due linee appena di acqua distillata, è argomento per inferirne, che se tali correnti non giungono a decomporre il fluido interposto, non passano; e se 90.° gradi non bastano a

Digitized by Google

tale decomposizione, quante correnti non solo elettro-chimiche, ma anche elettro-animali si trascurerebbero scandagliando col metodo del Becquerel? La prova di questo valente fisico adunque non vale punto a giustificare nè l'una nè l'altra specie di corrente, cioè non la vitale, non la elettro-chimica.

22.ª ESPERIENZA. Gli scandagli erano perfettamente omogenei. Un vispo gattino nato da non molti giorni è stato ferito con uno degli stiletti di platino che ne ha agevolmente penetrata la teca ossea nell'emisfero sinistro del cervello, e con altro nel muscolo della coscia destra. Ha dato subito all'ago una corrente di 16.° diretta dal cervello alla coscia, la quale poco dopo si è ridotta a 4.° Irritato l'animale sotto a' suoi scuotimenti si è aumentata la corrente sino a 9.° Lasciandolo in quiete l'ago ritornava stabile a 4.° Irritandolo nuovamente, e agitandosi l'animale l'ago risaliva a 8.° e tornava a 4.° quando l'animale era quieto. Tenuto in tal quiete per qualche minuto l'ago imitava l'immobilità dell'animale. Con un pajo di grosse forbici è stata tagliata d'un colpo la spina dorsale: l'animale è morto, e l'ago si è ritirato sopra 2.° Estratti, e lavati bene gli scandagli, e posti poi nell'acqua hanno data una corrente di 1.° $^1/_2$, e dopo poco si sono resi perfettamente omogenei. Posto allora uno scandaglio nel muscolo della coscia e l'altro nello spinale midollo non si è ottenuto veruno indizio di corrente; la stessa immobilità ha mostrato l'ago, rimessi gli stili di platino nel cranio e nella coscia.

23.ª ESPERIENZA. Un secondo gatto dell'età dell'altro appena sentì lo scandaglio entro il cervello, e l'altro nella coscia dette 21.° al Galvanometro del Melloni, con lievi aumenti nei momenti delle scosse dell'animale. Gli scandagli, uno nel cervello e l'altro nel cervelletto, non hanno aumentata la corrente di verun grado. Posti nel cuore, e

Digitized by Google

nel muscolo hanno dato 3.° con direzione dalla coscia al cuore. Sul diaframma appena 2.°

24.ª ESPERIENZA. Preso il Galvanometro del Nobili per vincere la indifferenza anche di questo alla impulsione della corrente animale, avendo posti gli scandagli di platino nelle solite parti di un terzo gattino si ebbe prontamente una corrente di 7.° la quale in alcuni contorcimenti dell'animale andò sino ad 11.°, quindi si diminuì tornando al 7.°, e dopo a 5.°, e sempre diretta dal cervello al muscolo. Aperto il torace all'animale ancor vivo e gnagolante si riconficcò uno stiletto nel cervello e l'altro sopra il diaframma, e si ottenne una corrente di 5.° dal cervello al diaframma. Il cuore ancora palpitava, e l'animale faceva gli ultimi aneliti. Si tentò di penetrare nel cuore colla lancetta di platino, ma la punta piuttosto ottusa di essa sfuggiva sul viscere lubrico, e piriforme. Vi si praticò una fenestrella colle forbici, e allora l'animale fè un ultimo moto e non si fu in tempo di penetrare collo scandaglio prima di cotesta reazione, la quale forse accompagnava una corrente di scarica. Lo scandaglio ivi posto, e l'altro nel muscolo della coscia non dette che una corrente di 4.° diretta dal muscolo al cuore. Dopo poco ripetute siffatte esplorazioni sull'animale morto, l'ago restò sempre immobile.

25.ª ESPERIENZA. Due piccolissimi gattini poco dopo nati, che non si movevano che a strasciconi, e avevano ancora chiusi gli occhi, co'scandagli posti nel cervello e nel muscolo, come al solito, ci hanno dato l'uno una corrente di 3.°, l'altro di 2.° colla consueta direzione. Spingendo lo scandaglio dalla parte anteriore degli emisferi verso il midollo oblongato la corrente è andata a 4.° senza che questa debole corrente mostrasse in seguito aumenti sotto le rare, e languide scosse dell'animale. Tagliato d'un colpo il midollo cervicale in ambedue, la corrente che era stabile si è

Digitized by Google

ricondotta allo zero. Morti gli animaletti non si sono ottenute più correnti.

26.ª ESPERIENZA. Sopra due piccoli conigli di nido, operando alla stessa maniera, si è avuto in uno un deviamento dal nervo al muscolo di 4.°, nell' altro di 5.° senza che l'ago mostrasse variazioni connesse colle deboli agitazioni dell'animale. In quello che ne aveva data la corrente di 5.°, l'ago essendosi reso stabile di poi a 3.°, fu tagliata la spina cervicale, e in un subito l'ago si riportò a zero. Sopra un terzo coniglio di maggiore età de' sopraddetti, ma languido e malaticcio, gli stiletti di platino condussero una corrente di 10.° Niuno scuotimento mostrò l'animale, e l'ago andò placidamente rimettendosi a zero seguendo il mancare della vita di quello, che nell'aprirlo dopo morto, mostrò il fegato tempestato di tumoretti biancastri. Non si ebbero correnti dopo la morte, e gli stiletti non si erano alterati.

27.ª ESPERIENZA. Apparecchiato un vecchio e robusto gallo, e postogli lo scandaglio di platino nel cervello, e l'altro nella coscia non avemmo, con nostra sorpresa, alcun segno di corrente. Erano gli scandagli uniti al Galvanometro del Melloni. Si dubitò di qualche alterazione insorta nell'istrumento, e di fatto esaminato l'ago fu trovato smagnetizzato. Preso allora il Galvanometro del Nobili, sebbene questo dotato di minore sensibilità, e restìo al passaggio della corrente animale sotto i replicati tentativi del suo inventore medesimo, e sebbene l'animale avesse già molto perduto di forza, e si mostrasse boccheggiante, pure vi si ottennero notabili correnti. Posti i detti scandagli di platino che erano bene omogenei uno nel cervello e l'altro nella coscia, l'ago deviò prontamente sino a 10.° accennando una corrente dal cervello al muscolo, la quale poi indietreggiando si rese stabile a 4.° Sotto un forte scuotimento

Digitized by Google

dell'animale l'ago riprese moto sino ad 11.°, rimettendosi poscia a 3.° Sollevato il torace si trovò che il cuore aveva ancora qualche oscura palpitazione. Gli scandagli posti a semplice contatto con questo viscere, e con un muscolo esterno non dettero veruna corrente. Aperta una orecchietta di detto cuore, e cessando allora ogni moto nel viscere, vi si pose dentro uno stiletto lacerando con questo la ferita, e l'altro stiletto fu immerso in un muscolo della coscia, e apparve una debole corrente di 4.° dalla coscia al cuore.

Alle prove non dubbie delle correnti ottenute con le lamine di platino, aggiunsersi queste con gli stiletti di nuova forma che ne dettero nelle qui sopra ricordate esperienze correnti di 10.°, 11.°, 16.°, 21.° in ambedue i Galvanometri. Anche in queste la relazione fra le scosse dell'animale, e il riprodursi o l'aumentarsi della corrente in ispecial modo nella esperienza 22.ª fu evidentissima. In queste poi meglio che innanzi si può osservare la attinenza della forza elettro-vitale con lo sviluppo organico degli animali, mentre gli animaletti notati al n.° 25 e 26 nei quali languidissima era la vita animale, flaccidi, e non ancora compatti i muscoli, non ancora sviluppata insomma la mobilità relativa al mondo esteriore, si ebbero correnti sempre minori, e in quella guisa che non si avevano che deboli e rare reazioni, così non si vedevano aumenti nelle deviazioni dell'ago.

Oltre a questi resultati positivi finora ottenuti si mirò in seguito a porre in salvo le nostre esperienze da qual sia diversa interpretazione che potrebbero e Fisici e Fisiologhi dar loro, riguardo specialmente al dubbio che potrebbero far nascere di essere prodotte o da sbilanci di temperatura (termo-elettriche), o da veli elettro-chimici formatisi sugli scandagli medesimi, dai quali ultimi non va esente nemmeno il platino, sebbene in confronto degli altri sag-

Digitized by Google

giatori il meno alterabile. Le sperienze adunque che da ultimo qui riferiremo furono da noi riguardate come comparative, ed atte per conseguenza coll'ajuto del confronto ad isolare il fatto della corrente neuro-elettrica da qualunque sia altra cagione menochè da quella della vita. E qui dichiariamo che i nostri confronti non versano che intorno alle correnti, e a' loro elettro-motori fin qui noti ai Fisici, e ai Fisiologhi. Chè se taluno volesse trasportarsi col suo scetticismo nella sfera dei possibili, e dire che le nostre correnti non sono animali, perchè non si sa se vi sieno altre correnti oltre a quelle note finora ai Fisici, noi non daremo altra risposta che la seguente. O si vuol stare ai fatti, o alle ipotesi. Se ai fatti, le prove di confronto fra la corrente ottenuta da noi, e le altre comuni somministrate anche dalla materia bruta non dovranno aggirarsi che fra le correnti fin qui stabilite. Se si vuol stare alle ipotesi, poichè l'ammettere possibilità di correnti fin qui ignote non sarebbe che una ipotesi, con lo stesso diritto che gli oppositori abbraccerebbero questa, noi riterremo l'altra che non esistono fuorchè quelle che si conoscono. E sarebbe veramente strana cosa l'aver gridato fin qui la croce contro la ipotesi della corrente vitale, ed ora che le esperienze si adoperano a convertirla in un fatto non dubbio, pretendere di distruggerla collo strabilio di una ipotesi nuova.

28.ª ESPERIENZA. Avevansi in pronto due piccioni della stessa grossezza. Ad uno di questi fu reciso il capo alla terza vertebra del collo, e con altro colpo di forbice si recisero insieme le parti molli che dal collo scendevano fin sopra al muscolo pettorale destro, il quale pur venne staccato dallo sterno. Questo pezzo anatomico separato dal resto dell'animale, e posto sopra una lastra di vetro vicino al Galvanometro fu esperimentato coll'infiggergli gli scandagli di platino nel cervello, e nel muscolo. Se ne ebbe

Digitized by Google

una corrente di 3.° ¼ diretta dal cervello al muscolo. Avvertasi che si impiegarono appena due minuti nel distaccare il pezzo esplorato dal resto dell'animale, e nel cimentarlo entro al circuito galvanometrico.

Subito all'altro piccione vivo, e di egual forza lasciandolo intero, si è posto lo scandaglio nel cervello e nel muscolo pettorale, e si è avuta un'ampla corrente di 9.°, la quale poi si è ridotta a 3.°, e quindi a zero. È stata dopo ripetuta la prima sperienza nel pezzo tagliato, ed ha fatto appena 2.° ¼ di deviazione nell'istrumento.

29.ª ESPERIENZA. Presi altri due piccioni di egual forza, ed età, ed osservati innanzi bene omogenei i due stili di platino uniti al Galvanometro del Melloni, l'ago del quale era perfettamente a zero, sono stati infitti i due stili uno nel cervello del primo piccione trasversalmente penetrando nei due emisferi e volgendolo verso la spina, e l'altro stilo nel muscolo pettorale sinistro. Si è tosto ottenuto un movimento nell'ago, il quale lentamente accennando una corrente dal cervello al muscolo si è portato a 7.°, dove sembrava volesse fermarsi, quando ad un tratto sotto un forte scuotimento dell'animale, l'ago ha accelerato il suo moto, e si è portato fino a 16.°, quindi è tornato indietro, e si è fermato a 6.° Altro lieve scuotimento lo ha respinto a 10.°, dove è rimasto estatico fintanto che l'animale si è prostrato, ed è morto, riconducendosi in questo il Galvanometro a zero. Gli scandagli sono stati trovati dopo lo sperimento omogenei.

L'altro piccione è stato preparato come il primo, scuoprendogli la pelle del cranio e del petto. Quindi troncato il midollo spinale alle vertebre del collo coll'incidere la menoma parte possibile del collo stesso, l'animale si è dibattuto alquanto, ed è morto. All'istante nel cervello si è, come nel piccione precedente, conficcato uno scandaglio,

Digitized by Google

e l'altro contemporaneamente si è immerso nel muscolo del petto. L'ago si è mosso con languidissima corrente sino a gradi 5.°, tornando poscia verso zero, e accennandosi volto dal cervello al muscolo.

Questa esperienza è simile all'altra comparativa fatta col pezzo anatomico separato interamente dal tronco dell'animale. Se non che qui il muscolo del petto è stato lasciato nella sua integrità attaccato allo sterno del piccione. Nella sperienza 28.ª si ebbe nel pezzo tagliato una corrente di 3.° $^1/_2$. Qui l'aver lasciato il muscolo sullo sterno ne ha dato 1.° $^1/_2$ di più di deviazione.

Ora ne si domandi pure: le correnti che noi otteniamo sono il prodotto di forze elettromotrici acquistate dagli scandagli? Sono esse le comuni elettro chimiche, o le termo-elettriche? Quanto alle elettro-chimiche ci sembra di poter intanto rispondere, che se queste sono il resultato delle combinazioni tra il metallo, e le parti organiche, allorchè queste rimangono nella stessa loro composizione chimico-animale, come vi deve rimanere il cervello chiuso nella sua cavità subito dopo troncato il capo, ed un muscolo, fra le correnti ottenute nel pezzo anatomico staccato e quelle del corpo intero dell'animale non vi dovrebbe essere differenza. Noi invece avemmo una differenza notabilissima di 11.° nell'esperienza 29.ª, e di 6.° nell'esperienza 28.ª E perchè staccando il muscolo dallo sterno si poteva dire che questo era un alterarlo nella sua composizione organica si è lasciato nella sua integrità, e nonostante la grande differenza è comparsa tra la corrente avuta in vita, e quella ottenuta subito dopo la vita sopra parti che conservavano la stessa quantità, qualità, e disposizione di elementi organici. Dunque gli 11.° di differenza del 1.° esperimento e i 6.° del secondo apparterrebbero indubitatamente alla vita. Ma insistendo colle opposizioni si

Digitized by Google

potrà dire che lo estinguersi della vita cambia all'istante la disposizione intima molecolare de' tessuti, e può questo cambiamento indurre una differenza nei gradi delle correnti in più, od in meno, non lasciando esse di essere elettro-chimiche per accidentalità. Sia pure. Con ciò frattanto ci si concede un principio che favorisce invece di abbattere i resultati delle nostre esperienze; vale a dire che è necessaria la vita per mantenere i tessuti in quello stato di eterogeneità molecolare specifica che è atta a svolgere una data corrente. La quale vogliasi ancora ritenere per elettrochimica, terrà sempre dalla vita il suo principal fondamento, e tra il chiamarla animale, vitale, o elettro-chimica, non sarà mai altra questione che di parole.

Gli sbilanci di temperatura nel pezzo anatomico troncato ponno essere minori che non sono tra cervello e muscolo nel corpo intiero, e quindi comparire minore l'intensità della corrente termo-elettrica in quello, che in questo: e cotesto raffreddamento della massa cerebrale nel capo troncato essere la conseguenza dell'emorragia che accompagna la recisione. Noi abbiamo scandagliato la temperatura del cervello, e dei muscoli del petto in alcuni de' nostri animali vivi, e non vi abbiamo trovato gran differenza. Questa differenza è stata invece notabile sopra piccioni cui si era troncato il capo, e lasciato il muscolo pettorale nella sua integrità. E di fatto anche la ragion naturale insegna che il muscolo lasciato nella sua integrità fisiologica deve conservare il suo grado di calore naturale per qualche minuto anche dopo il troncamento del capo; e questo invece per la perdita del sangue deve subito alquanto abbassarsi nella sua temperatura. Se dunque le nostre correnti fossero per sbilancio di temperatura (termo-elettriche), avrebbero dovuto nelle suddette esperienze essere maggiori quelle ottenute a capo troncato, che le altre ottenute a corpo illeso. Invece avvenne tutto l'opposto.

Digitized by Google

Per fissare con più precisione cosa poteva darci una corrente termo-elettrica in paragone di quella della vita bisognava rivolgere le nostre sperienze comparative al sangue degli animali che esploravamo. Le quali sperienze avrebbero poi anche respinta la ipotesi di quelli che avvisano il ministero del sangue avere la principal parte nei fenomeni neuro-elettrici. Fossimo a ciò guidati dai seguenti principj, e fatti. Il massimo grado di calore animale generalmente parlando si trova nel sangue, e specialmente in quello tolto da' vasi più prossimi al cuore, ed a' suoi atrii arteriosi. La stessa infiammazione, secondo le sperienze dell'Hunter, non fa mai salire i tessuti affetti ad una temperatura che superi quella del sangue. Le stesse differenze di temperatura che tra organi ed organi di cani, agnelli, conigli, ed alcuni volatili hanno osservato l'Hunter e il Davy, quantunque lievi, annunciano sempre al massimo grado il sangue del ventricolo sinistro del cuore. Tra queste basterà riportare qui, come per saggio, le differenze ottenute dal Davy sopra gli organi di parecchi agnelli.

Cervello 40. R.

Intestino retto 40. 56.

Ventricolo destro del cuore, fegato, e polmoni 41. 11.

Ventricolo sinistro 41. 67 (1).

Trattandosi di sangue misto di arterioso e venoso appena sortito dai vasi, ad ottenere una corrente termo-elettrica basta, come i Fisici sanno, tuffare i due scandagli l'uno più, e l'altro meno. Per scandagliare poi cosa può dare il sangue per la sua intrinseca varietà di temperatura tra organo ed organo bastava, noi giudicammo, il cimentare cotesta varietà tra il sangue arterioso e il venoso. Messi poi

(1) Presso Tiedemann. *Traité de Phisiolog. gen. et comparée etc.* Bruxelles 1837. *Sect.* 3. *c.* 1. §. 2. *Chaleur des animaux*.

Digitized by Google

in comparazione questi resultati con la corrente ottenuta dall'animale al nostro solito modo, si sarebbe ritrovato quel di più che non apparteneva alla corrente vitale.

30.ª ESPERIENZA. Dopo aver ottenuto da un coniglio, sperimentando alla consueta maniera co' scandagli di platino, una corrente di 12.° con aumenti successivi sotto le agitazioni dell'animale, si sono tolti gli scandagli, e trovatigli tuttora omogenei si è subito preso un altro coniglio, e dalla giugulare esterna, e dall'aorta toracica di questo si è estratto sangue venoso, e arterioso. Questi sangui mentre spicciavano dalle ferite raccoglievansi in un vasetto di cristallo, la di cui cavità era intersecata da un diaframma di fresca membrana, e il sangue venoso fu raccolto nell'uno, e l'arterioso nell'altro ricettacolo. Posti gli scandagli di platino in questi due sangui si è veduta una stentata corrente di 3.° diretta dal sangue arterioso al venoso.

31.ª ESPERIENZA. Scannato un piccione si è raccolto in un bicchierino di cristallo il sangue misto arterioso, e venoso che dai vasi cervicali sgorgava. Si erano innanzi segnati i duei scandagli di platino con due fili di cotone a un' altezza dalle loro punte di circa la metà. Sono stati colla massima prestezza immersi nel detto sangue subito dopo versato dai vasi, ad eguale profondità, e non si è notata veruna corrente. Vi si sono rituffati uno più profondamente dell'altro, vale a dire l'uno sino al segno del filo di cotone, l'altro un dito al disotto di questo, e si è avuta una corrente di soli 2.° Preparato allora un altro piccione di eguale robustezza si è immerso nel cervello uno scandaglio, e l'altro nel muscolo pettorale, spingendoli ambedue sino al filo di cotone, e si è veduta subito una bella corrente di 15.° la quale ha principiato nell'atto dell'immersione, e si è andata poi aumentando sino al detto grado quindicesimo sotto i varj scuotimenti dell'animale.

Digitized by Google

Quando sembrava estatica a 15.° si è allora spinto di più lo scandaglio entro la coscia, onde la immersione fosse ad ineguale altezza come si era fatto tuffandoli la 2.ª volta nel sangue, e ciò non valse a indurre nessun aumento nella corrente, la quale infine si estinse anch'essa colla vita.

In questi due esperimenti 30, e 31 vi è una prova della debolissima corrente termo-elettrica (se tale piacesse di riguardarla) che s'ottiene dal sangue producendo ad arte colla ineguale immersione una ineguale temperatura, ovvero scandagliando le ineguali temperature del sangue arterioso, e venoso. La debole deviazione dell'ago di 2.°, e di 3.° posta in comparazione con quella di 12.° e di 15.° che ha dato nelle sperienze medesime la immersione degli scandagli nel cervello e nel muscolo è prova convincente, o che i 9.° e i 13.° di differenza sono una termo-elettricità dovuta alla vita, ovvero che le correnti intere di 12.° e di 15.° non sono affatto termo-elettriche; avvegnachè in quest'ultima supposizione non si saprebbe intendere come il cervello, ed il muscolo che sono a temperatura eguale tra loro, e qualche grado al di sotto del sangue avessero dovuto dare costantemente correnti minori di 9.° e di 13.° di quelle che dava il sangue stesso.

Avendo noi sostituito il metodo traumatico a quello inutile de' semplici contatti, le medesime esperienze mostrano ancora che le correnti che si ottengono col nostro metodo non dipendono dal sangue di che per necessità devono imbrattarsi gli scandagli feritori, perocchè il sangue per se medesimo non ci avrebbe dato mai correnti maggiori delle sopraccennate; e mostrano finalmente che se il sangue, sostanza fluida nella quale nuotano molti chimici elementi dell'organismo non vale ad alterare il platino chimicamente da comunicargli una forza elettro-motrice maggiore di 2.° o di 3.°, le correnti di immersione che dalle masse organi-

che il platino sprigiona essendo infinitamente maggiori non partono da veli elettro-chimici, che il sangue può formare sulle loro superficie, ma sono invece dovute alla organica elettricità.

Era pur mestieri lo indagare se codeste velature istantanee di chimica natura, idonee a dare eterogeneità e forza elettro-motrice ai conduttori, avessero potuto derivare sul platino in maggior grado di quelle del sangue, dall'impasto molecolare medesimo degli organi, quando più non sono irrigati dall'imponderabile vitale.

32.ª ESPERIENZA. Notomizzato un coniglio se gli tolse il cervello, il cervelletto, e gran parte dell'appendice spinale. Posto quest'asse cerebro-spinale sopra una lastra di cristallo si tentò cogli scandagli in varj punti, ed a diverse distanze, e non si ebbe mai indizio di corrente. Messa allo scoperto una parte midollare dell'emisfero destro, e posto uno scandaglio in questa, e l'altro nella sostanza cinerea dell'emisfero sinistro, si ebbe un cenno di corrente di poco più di 1.° nella direzione dalla sostanza cinerea alla midollare. Il cuore dello stesso animale, che pur conservava qualche oscuro movimento nelle appendici auricolari, posto a contatto colla massa cerebrale, e immersi in ambedue queste parti i conduttori del Galvanometro, non seppe dare il menomo impulso all'ago dell'istrumento. Apparecchiato un altro coniglio gli si tolse una porzione di cervello, e una porzione di muscolo della coscia, e poste queste parti a contatto furono sulle medesime infitti gli scandagli di platino, e si vide una corrente di 2.° diretta dalla sostanza cerebrale alla muscolare. Il coniglio non dava più segni di vita, quando gli fu posto uno scandaglio nella parte di cervello esistente nel cranio dell'animale, e l'altro nel muscolo attaccato alla coscia, e si ebbe una corrente di 3.°

Digitized by Google

Da tali fatti egli è facile arguire che le reazioni elettro-chimiche che ponno svolgersi dall'interna compage di alcuni tessuti, e specialmente del neuro-muscolare sopra i conduttori di platino, ove questi si adoperino nella loro perfetta omogeneità, sono infinitamente deboli, e appena calcolabili in confronto delle correnti di prima immersione che dalle stesse parti si ottengono durante la vita, e che quest'ultime non possono in modo alcuno riguardarsi come il prodotto di una eterogeneità accidentale acquistata dagli scandagli.

33.ª ESPERIENZA. Quest' ultima esperienza, la quale conchiude la serie di quelle che finora noi reputiamo bastevoli a porre il fatto fuori d'ogni dubbiezza, fu eseguita nel R. Museo di Fisica di Firenze il giorno 10 Settembre alle 11 antimeridiane. Due nuovi scandagli di platino assai più robusti de' nostri furono fatti costruire nella forma per noi usata, dall'espertissimo sig. Politi ripetitore di Fisica nel detto Museo, e il chiarissimo signor Cavaliere Antinori Direttore di esso ci porse un Galvanometro del Nobili appena sensibile alle correnti termo-elettriche, e delicatissimo invece per le idro-elettriche. Si compiacque l'illustre sig. Direttore in compagnia del sullodato sig. Politi di assistere non solo, ma di cooperare nell' esperimento che fu intrapreso sopra due piccioni, e sopra un coniglio.

Della prima esperienza fatta sopra uno de' due piccoli piccioni, quando ancora gli scandagli usciti allora dalle mani dell'artefice non erano ben purificati, non occorre far menzione, giacchè dopo l'esperimento restituirono altrettanta corrente, quanta ne dettero innanzi nell'animale.

Nel secondo esperimento dopo praticate le necessarie operazioni per le quali si venne in sicuro della omogeneità degli scandagli, immersi che furono questi nel cervello e nel muscolo, e scuotendosi l'animale, s'ebbe una pronta

Digitized by Google

corrente di 12.°, la quale nel mentre che si estingueva, sotto un dibattimento d'ali dell'animale stesso si aumentò di 4.° Reciso poi il collo all'animale e riposti nelle solite parti gli stili di platino l'indice stette immobile. Gli stili si mostrarono dopo la esperienza omogenei.

Si venne al coniglio, e situato e preparato per lo sperimento al nostro modo, appena sentì lo scandaglio nell'emisfero destro del cervello, mentrechè l'altro trafiggevagli la coscia dallo stesso lato, si scosse con forte tremito, e in questo l'indice del Galvanometro corse repente fino a 60.° e là si mantenne costante per alcun poco, finchè si estrassero gli scandagli. Ritornato l'ago a zero, ripetuta l'immersione con più languida reazione vitale nell'animale, si ebbe una corrente di 18.° Dopo varii minuti morto l'animale, e riposti nelle stesse parti gli scandagli non si ebbe più il menomo segno di corrente. Immersi gli scandagli nell'acqua distillata mostrarono una reazione di 2.° ¼ appena. La corrente entrava nel Galvanometro per lo scandaglio immerso nel muscolo: il che vuol dire che rispetto all'animale era diretta dal cervello al muscolo.

Erasi innanzi ragionato fra noi delle correnti ottenute dal Donné toccando con lamine di platino le superficie di certi organi, e per convincersi com'esse non avevano attinenza colla vita, sopra il coniglio già morto, apertogli il basso ventre, e scoperta la parte concava del fegato, e la mercè d'un taglio messa a nudo la muccosa interna dello stomaco, fu posto uno scandaglio a semplice contatto del solco tra il fegato e la cistifellea, e l'altro scandaglio a contatto della muccosa dello stomaco. L'ago si mosse immediatamente e segnò 40.°

Quest'ultima esperienza oltre alla soddisfazione che ci dette per la bellezza de' suoi resultati ottenuti in un Museo autorevolissimo, donde sì splendide verità sortirono per le

Digitized by Google

elettriche dottrine, e alla presenza di ragguardevole personaggio qual è il sig. Cav. Antinori, che ha saputo più volte dividere col sommo fisico Nobili il merito delle scoperte italiane, c'insegnava poi il mezzo il più diretto e speditivo per isolare la corrente vitale dalle altre correnti comuni, e per ottenerla al massimo grado di sua forza. Il Galvanometro del Museo di Firenze è sì poco sensibile alle correnti termo-elettriche, che oltre al non scuotersi punto se si stringono fra le dita le congiunture de'conduttori, a farlo muovere di pochi gradi fu mestieri soprapporre la lamina di platino saldata ad uno de'fili alla fiamma d'alkool di tal calore che sciolse la saldatura. Quello del Melloni adoprato da noi va sino a 60.°, solamente che si stringano colle dita le congiunture metalliche. Quanto alle correnti idro-elettriche nel mentre che quest'ultimo non ne ha dato ordinariamente gradi maggiori di 22.° o 25.°, quello del Nobili ne dette 60.° di corrente vitale sopra un coniglio di poca età. Dal che desumiamo che adoperando il Galvanometro indicato si escludono in modo diretto le correnti termo-elettriche che i supponibili sbilanci di temperatura animale potrebbero svolgere, e restando le elettro-chimiche escluse dalle correnti difettive e nulle che si notano nello spegnersi o spenta appena la vita dell'animale, la corrente vitale resta isolata dalle altre e connessa solamente colla sua causa positiva che è l'animale elettricità. Desumiamo inoltre che un Galvanometro a quel modo costruito sia quello che convenga a preferenza in questo genere di ricerche, e che finalmente le più considerevoli correnti vitali ottenute e le più decisive sono sempre compagne delle più valide reazioni, volontarie o automatiche dell'animale.

Digitized by Google

AVVERTENZE E COROLLARJ

La fiducia che abbiamo riposto ne' resultati de' nostri esperimenti stando a paro colla speranza che altri imprenderanno a verificarli, ci facciamo arditi a proporre loro alquante avvertenze, le quali ci sembrano indispensabili in questa maniera di disquisizioni.

AVVERTENZE

1.ª Un Galvanometro: due stili di platino congiunti a' suoi conduttori: un animale vivo introdotto nel circuito dell'istrumento: la immersione di uno scandaglio nel cervello, dell'altro in un muscolo; ecco il semplice, e facile carattere dell'Esperienza che dà per resultato la Corrente Vitale.

2.ª Benchè a noi sia riuscito di vincere più volte la indifferenza del Galvanometro del Nobili che è nel Gabinetto Fisico di Pisa al passaggio della corrente Neuro-elettrica, tuttavia sempre meglio ci ha valuto il Galvanometro costruito dal Guryon sotto la direzione del Melloni, da noi detto Galvanometro del Melloni, dotato di una sensibilità assai più squisita. Ma ambedue questi Galvanometri erano costruiti più per le correnti termo-elettriche che per le idro-elettriche. Quindi dopo aver esperimentato con l'altro del Nobili che è nel R. Museo di Firenze preparato a moltiplicatore più lungo e quindi assai più sensibile di quello del Melloni per le correnti idro-elettriche, stabiliamo a noi stessi e per

Digitized by Google

altri, doversi questo genere di esperienze trattare con Galvanometri costruiti a quest' ultima maniera. Volendo introdurre nel circolo del Galvanometro un animale ad una giusta distanza dall' istrumento, i fili di platino che si attaccano a' consueti conduttori di esso, e agli scandagli importa che sieno della lunghezza per lo meno di un braccio.

3.ª La qualità del metallo da prescegliersi per gli scandagli è sempre il platino. Importantissimo è che la forma dello scandaglio corrisponda al doppio fine di eccitare repentina e valida reazione, e di raccogliere la corrente dal maggior numero possibile di punti organici. Quindi non agli, nè fili, nè punte; ma stiletti, o lancettoni sono da preferirsi, i quali abbiano una punta che ferisce, e penetra, e nello stesso tempo introducansi nell' interno degli organi con larga superficie. Cotesti stiletti devono avere la loro impugnatura onde lo sperimentatore possa vibrarli con forza per penetrare al primo colpo attraverso le ossa del cranio. Noi avevamo i lancettoni uniti alle comunicazioni del Galvanometro mediante un filo di platino lungo circa mezzo braccio, per evitare il contatto degli umori animali con metalli eterogenei e facilmente ossidabili. Negli animali da noi adoperati (meno l'agnello, e qualche vecchio coniglio) i nostri stiletti di platino hanno penetrato attraverso di tutti i cranii con facilità al primo colpo senza anteriore trapanazione. Ma a chi vorrà sperimentare sopra più grossi animali sarà mestieri far costruire stili di maggior forza.

4.ª Ogni preparazione dell' animale che sia lunga e dolorosa avanti la prima immersione degli scandagli può indebolire la intensità della corrente. Si dovrebbe sempre introdurre l' animale nel circuito del Galvanometro nel suo perfetto stato di integrità anatomico-fisiologica. Ma le ope-

razioni che senza arrecare molto dolore, e disperdere molta forza di reazione potranno praticarsi anteriormente al primo scandaglio consisteranno nel mettere a nudo la parte superiore del cranio, e una massa muscolare esterna qualunque. Ne' conigli e nei piccioni questa preparazione si fa prontissimamente, e con pochissima perdita di sangue, alzando la cute col pollice e l'indice della mano sinistra, e tagliandola al di sotto con un colpo di forbice. Dove si trattasse di grossi animali con cranii impenetrabili dagli scandagli di platino, bisognerebbe praticare la trapanazione, la quale non reca grave turbamento allo stato fisiologico dell'animale. Dovendo cimentare la corrente tra il cervello e il cuore, non sempre riesce di penetrare in quest'ultimo attraversando le coste: quindi lo sperimento non assume valore che quando dopo di esso l'apertura del torace assicura che lo scandaglio è penetrato nel viscere. Siccome però la vita del cuore è superstite alle lesioni portate tanto alle masse encefaliche, che muscolari esterne, ottenuta la prima corrente, per ottenere la seconda tra cervello e cuore non altera molto i gradi di questa tagliare, ed alzare prestamente il torace onde penetrare con lo scandaglio immediatamente entro il viscere. Per mantenere l'animale entro il circuito del Galvanometro noi abbiamo preferito piuttosto di farlo tenere da due assistenti per le zampe, e per la testa, di quello che crocifiggerlo sul travaglio. Quest'ultima pratica oltre al farlo soffrire assai gli toglie la libertà delle scosse; laddove quando è tenuto, gli assistenti possono rallentarne la tensione a beneplacito dello sperimentatore, e allora le scosse sono più ample, e più vibrate. Basti il dire finalmente che gli urli, e le grida degli animali ove siano stati forti, e prolungati prima del subitaneo trafiggerli con gli scandagli, indeboliscono la corrente; tanto più poi le forti scosse muscolari pare che ne dissipino

Digitized by Google

que' primi, e preziosi svolgimenti, e così pure le gravi perdite di sangue, e il protratto dolore.

5.ª L'assicurarsi sempre, e prima e dopo le ripetute immersioni degli scandagli, della loro omogeneità, è il solo mezzo onde garantirsi della legittimità della corrente elettro-fisiologica.

6.ª Per tenere immuni gli scandagli dalle alterazioni chimiche delle loro superficie gli è bene di non prolungare di molto la loro permanenza entro i tessuti organici, a meno che non necessiti di mantenersi in osservazione sugli aumenti della corrente in corrispondenza co' scuotimenti durevoli dell'animale.

7.ª Le scosse spontanee sono quelle che quando danno maggior impulso alla corrente decidono meglio del carattere vitale di quest'ultima. Ma coteste scosse si possono anche eccitare ad arte onde spiare la forza superstite della mobilità relativa, e la relazione che questa sa tuttavia dimostrare colla corrente ottenuta. Nè coteste scosse artificiali consistono nello scuotere meccanicamente il corpo dell'animale; ma in scuotimenti che partono da organiche reazioni per effetto di punture praticate ad arte sulle parti più irritabili dell'animale stesso. Avvertiremo altresì che quando coteste punture fossero così profonde ed in parti da compromettere in modo istantaneo e grave la vita, allora invece d'aumento vedrebbesi un decremento del pari istantaneo nella corrente. Nè si voglia credere che la corrispondenza tra gli aumenti della corrente e le scosse dell'animale possa ottenersi costantemente a libito dello sperimentatore: talvolta su ciò noi siamo stati delusi nell'espettativa, e si è dovuto convenire che sono scariche collegate colla particolare disposizione dell'animale o colla sua volontà quelle che corrispondono ai suoi movimenti.

8.ª I misteri della organizzazione son molti: rara è l'ac-

Digitized by Google

cortezza nelle fisiche esperienze: e però non si sgomenti lo sperimentatore delle anomalie che spesso contrasteranno le speranze dei suoi lavori. Essendo egli paziente le vedrà sparire ripetendo: essendo egli accorto, talora anche avverrà che la irregolarità del fenomeno siagli di controprova alla legge già stabilita, ovvero gliene accenni una nuova alla quale egli non aveva pensato. Quando nelle sperienze si tien conto di tutto e non solamente di quello che si cerca, il numero delle sperienze si moltiplica dentro a una sola, e il frutto se ne raddoppia tanto o quanto si guadagna nel tempo e nella fatica.

9.ª In tal genere di ricerche è sempre vantaggioso che si occupino di conserva un Medico, ed un Fisico. Dovendo il fenomeno resultare misto di azioni fisiche e organiche, è mestieri che ciascuno conosca i limiti e le proprietà di tali azioni per non illudersi nella interpretazione del fenomeno stesso. Il Fisico deve maneggiare, applicare, regolare l'istrumento, e leggere in esso. Anche in lui è necessaria una certa pratica per ripetute prove, onde saper trovare ne' movimenti rapidi o lenti, regolari o pazzi, diretti o inversi dell'ago del Galvanometro una corrispondenza coi modi della corrente vitale, e co' caratteri più comuni delle fisiche correnti ordinarie. Il Medico deve stare sopra l'animale, ed agire sopra le varie parti anatomiche di esso cogli scandagli, e regolare la immersione di essi, e spiarne, e valutarne i movimenti spontanei, l'insorgere e lo ecclissarsi della motilità relativa, il progressivo spegnersi della vita.

10.ª Quando necessiti per prova di confronto uccidere l'animale, o in mezzo allo sperimento, o prima, o dopo di esso, noi abbiamo sempre adoperato mezzi meccanici a questo fine; imperocchè l'adoperare sostanze venefiche, come per esempio l'acido idrocianico, non ci è sembrato

Digitized by Google

sicuro spediente, stantechè le modificazioni che negli organi inducono probabilmente tali veleni assorbiti, oltre allo spegnere la vita, possono intorbidare con qualche ambiguità i resultati dell'esperimento.

11.ª Invece possono occorrere talvolta delle sostanze che senza spegnere repentinamente la vita assopiscano la forza di reazione nel sistema neuro-muscolare, per ridestarla in seguito con una energia patologica maggiore della naturale.

Per accertarci che veramente la corrente vitale è corrente sprigionata da una reazione sia volontaria o automatica, sopra un coniglio si volle adoprar l'opio, onde la mercè di questo narcotico il senso ed il moto venissero intorpiditi. Fatto un taglio trasversale sulla parete epigastrica, da questa apertura si trasse fuori lo stomaco, sul quale si praticò altro taglio trasversale a tutta sostanza. Premendo poscia dai due opposti lati la materia alimentare che nello stomaco era contenuta sortì tutta dalla ferita; e nettata la bocca di questa per essa s'introdussero due dramme circa di tintura tebaica. Si riunirono quindi le ferite, e ci ponemmo in osservazione sull'animale. Il quale lasciato a se stesso, dopo aver fatto alcuni sforzi per tenersi ritto nella sua natural posizione piombò assonnato, avendo ogni tanto de' stiramenti tetanici di breve durata: ai quali succedette un fremito per tutta la cute, e quindi un completo letargo senza verun altro moto apparente. In tale stato fu posto nel circuito, e fattegli le solite punture con gli scandagli al cervello e ai muscoli della coscia, l'animale come cadavere non se ne risentì per nulla. L'indice del Galvanometro non si mosse. Rinnovato lo sperimento l'animale si agitò lievemente e fece uno sforzo per dirizzarsi; si ebbe una corrente di 4.° Ricominciarono nelle membra del coniglio i tremiti convulsi: gli si accesero gli occhi, e quasi

Digitized by Google

preso da furore maniaco agitavasi smanioso in modo straordinario. In questo posti di nuovo gli scandagli s'ebbe una corrente di 22.° In seguito illanguiditisi tali scuotimenti il Galvanometro segnò costantemente 6.° e quindi non più altro, spenta che fu del tutto la vita dell'animale.

Il fatto della esistenza delle correnti nervose potrà in seguito risolvere molti problemi in Fisiologia. Ma le sperienze che hanno valuto a stabilire cotesto fatto non valgono insieme a risolvere cotesti problemi. Perciò i corollarj che ne discendono, e che noi esporremo saranno pochi in proporzione dei bisogni urgenti della Neurologia in specie, e della scienza della vita in generale; ma noi volendo schivare ogni arditezza nelle deduzioni e stare alle prime resultanze dei fatti osservati, saremo contenti di esporre intanto solamente quei pochi che sortiranno legittimi dalle esperienze fin qui per noi eseguite. La corrente nervosa non essendo più una ipotesi non ammette nemmeno più quel ricco germoglio di deduzioni che da essa facevano i Fisiologhi pullulare. Bisogna ricominciare da capo poichè essa è divenuta un fatto; e niun ramo dee partire dal nuovo tronco che non sappia della natura sperimentale di esso.

COROLLARJ

1.° La Corrente Vitale è una sola: ma le esperienze che si fanno per isprigionarla incontrano varie altre specie di correnti nell'organismo. Importa una eliminazione di queste per isolare quella, e ad effettuare tale eliminazione è mestieri diciferare quante elle sieno, e precisarne i caratteri.

2.° Il numero delle correnti che partendo dall'organismo, o dagli scandagli si offrano in simili esperienze all'osserva-

Digitized by Google

tore può ristringersi a tre. 1.° Alla corrente vitale propriamente detta. 2.° Alla corrente termo-elettrica comune. 3.° Alla corrente parimente comune elettro-chimica. Diremo prima dei caratteri di queste due ultime.

3.° La temperatura che incontrar possono gli scandagli immersi negli organi animali non ha mai, durante la vita, tale differenza tra l'una e l'altra parte, o tale sbilancio da dare una notevole corrente termo-elettrica. Vedemmo già le menomissime differenze osservate dal Davy; e lo stesso Becquerel con un suo metodo che egli dice il più sicuro per determinarla, trovò che nel cane la temperatura dei muscoli della coscia, del petto, dell'abdome e del cervello era egualmente in tutte le parti a 38.° (1). La corrente termo-elettrica adunque durante la vita dell'animale o è nulla per l'eguaglianza di temperatura nelle parti, e per il liquido mezzo in che deve passare, o è debolissima. Può comparire con qualche notabile pulsione nel cessare della vita, e subito dopo la morte di maniera che l'animale perduta la facoltà di conservare la propria temperatura va raffreddandosi inegualmente in questa, e in quella parte. La corrente termo-elettrica che non è figlia che d'una eventualità della vita, vale a dire della indebolita, o perduta facoltà di conservare la propria temperatura, non è, nè può essere in corrispondenza colle reazioni vitali come è la corrente neuro-elettrica.

4.° Nell'assegnare i caratteri alla corrente elettro-chimica è necessario distinguere innanzi quella corrente che può ottenersi dai prodotti eterogenei d'un organo escretore, e quella che potrebbe pure essere riguardata come elettro-chimica, e che si svolge dall'intima essenziale eterogeneità di certi organi. La prima è un prodotto già fuori delle

(1) Vol. 4. pag. 20, 21.

pertinenze vitali, o se non fuori affatto almeno con caratteri transitivi tra il mondo organico e l'inorganico. Ma la seconda inimitabile dai processi chimici ordinarj, è intrinsecamente compresa nella vita stessa. Se non è causa della vita, ne è quell'effetto prossimo speciale che la sola vita sa produrre, la sola vita sa mantenere. Adunque la corrente che parte da questo intimo chimismo non è che vitale, e non può confondersi colle correnti elettro-chimiche comuni. La corrente elettro-chimica che danno alcune superficie organiche irrorate da prodotti eterogenei delle secrezioni, si ottiene evidentissima, come dicemmo innanzi, col sistema degli scandagli a semplice contatto; laddove quella che noi raccogliamo dall'intima compage de' tessuti non può svolgersi che col nostro metodo d'immersione degli scandagli feritori, e a larga superficie. L'alcalescenza alla superficie d'un viscere, o d'un tessuto escretorio non sarebbe prova della natura alcalina dell'intimo chimismo del viscere, o del tessuto. Vi può essere fisiologica eterogeneità tra due tessuti produttori, nel mentre che i loro prodotti escretorj saranno in perfetta omogeneità fra di loro. Per la qual cosa a scandagliare la essenziale eterogeneità non basta applicare le placche di platino a semplice contatto sulla superficie degli organi come taluni praticarono, nè la corrente che ne segue può riguardarsi come una corrente vitale; ma si deve penetrare nell'intima compage del tessuto là dove è il chimismo speciale della vita; ed è qui donde se si sprigiona corrente si guardi con occhio parziale dal Fisico, o dal Fisiologo la primazia del chimismo, o del dinamismo, quest'ultima corrente sarà sempre vitale, e notabilmente diversa dall'altra che riguardiamo come ordinaria. Se poi si volesse impugnare che vi può essere negl'interni organi una parte ancora di chimismo comune (per esempio nel sangue) atto a dar cor-

Digitized by Google

renti confuse con quelle che la forza elettrica, o motrice animale, potrebbe addimostrare; noi rispondiamo che per isolare la corrente animale da coteste possibili correnti elettro-chimiche comuni che saprebbero partire dal profondo degli organi vivi pel sangue che li irriga, egualmente come partirebbero da una inorganica eterogeneità, vi sono per avventura due mezzi. L'uno è di adoperare per iscandagli metalli che non si alterino che con estrema difficoltà, siccome è il platino: l'altro è quello di scandagliare i gradi della forza elettro-chimica, che il chimismo del sangue dell'animale stesso dal quale si vuole isolare la corrente vitale induce sugli scandagli adoperati. Noi abbiamo veduto che il ferro ha subìto tale alterazione a contatto col sangue de'tessuti da eguagliare non solo, ma da superare ancora le correnti ottenute nella prima immersione. All'opposto il platino non ha subìto che lievissima alterazione nel sangue di quelli animali da cui aveva sprigionato insigne la corrente vitale. Avendo poi ottenuto varie volte dagli stili di ferro la corrente elettro-chimica possiamo assegnarle i seguenti caratteri. Ella non s'inverte invertendo la posizione degli scandagli: facile è vederla, al contrario, invertirsi stando gli scandagli nelle medesime posizioni: è un moto di deviazione quasi pazzo che la caratterizza da tutte le altre correnti; diciamo pazzo per quelle brusche inversioni, e quel rimettersi improvviso sulla strada di prima. Niuna relazione conserva co'movimenti dell'animale, e tanta è quando la vita non è ancor spenta, che subito, e qualche ora dopo che l'animale è cadavere. Tali sono i principali e più sicuri caratteri che si hanno per distinguerla dalla corrente vitale; avvegnachè dalla termo-elettrica si distingue non difficilmente, essendo la elettro-chimica sempre di maggior forza, e più volubile; laddove la termo-elettrica è infinitamente minore, ma più costante.

5.° Due specie adunque di correnti elettro-chimiche comuni possono svolgersi nel ripetere i nostri esperimenti. L'una è quella dei prodotti eterogenei delle secrezioni della superficie di alcuni tessuti: l'altra è la corrente elettro-chimica del sangue, la quale si svolgerebbe potentissima anche col nostro metodo di immersione de' scandagli negl' interni tessuti, se a schivarla affatto, o quasi affatto non si adoperassero metalli i più difficili alla ossidazione.

6.° A differenza dei caratteri osservati nelle correnti qui sopra esposte, la corrente vitale ha per precipuo carattere di essere una corrente di reazione, sia questa automatica o volontaria; quindi somigliantissima alla corrente di scarica de' pesci elettrici. Ma il distacco da' naturali conduttori omogenei non è così facile negli animali a sangue caldo come ne'mentovati pesci. Vi vuole uno scomponimento materiale indotto da una ferita, e una automatica o volontaria convulsione che immediatamente le segua. Sembra che la lesione sia necessaria onde la corrente che si svolge nell' interno plasma degli organi devii da' suoi naturali conduttori, e la reazione contemporanea le comunichi la necessaria impulsione per incanalarsi nello infitto scandaglio, e sortire per esso dall' organismo. Nella corrente vitale si vede un pronto salpare dell' ago del Galvanometro subito dopo la prima immersione degli scandagli, e l'amplo e sicuro andare di lui fin dove lo spinge la elettrica pulsione. Giunto al segno vi sosta per alcun poco, e quindi blando retrocede per andare ad ancorarsi di nuovo al suo zero: e se in questa retrocessione avvengano scuotimenti nell' animale riprende allora il cammino proporzionato alla nuova pulsione, la quale lo conduce sulla mèta anteriore, o al di quà, o al di là di questa. Se si lascia ancorare a zero, o a qualche grado sopra di esso dove si sia reso stabile sotto qualche scossa spontanea o procurata dell' animale, riprende il suo viaggio,

Digitized by Google

e talora meno, talora segna lo stesso numero di gradi della prima immersione. Ripetendo le immersioni si ha sempre minor numero di gradi in proporzione che va cadendo la vita neuro-muscolare, o di relazione. La corrente vitale obbedisce alla inversione degli scandagli. Le attinenze della corrente vitale si palesano non solo colle reazioni dell' animale automatiche, o volontarie; ma altresì coll' età sino a un certo punto, e collo sviluppo organico dell' animale stesso. I nostri animali che fecero parte del terzo genere delle sperienze ci hanno dato la corrente vitale da 9.° sino a 90.° E posta a parte quest' ultima che ottenemmo in un modo inaspettato dall' agnello nella esperienza 21.ª, e chiamammo *corrente di scarica*, l'abbiamo avuta da 9.° a 60.° Infine spenta che sia la vita la corrente animale scompare anch' essa, nè più si riproduce.

7.° La corrente vitale accenna la medesima differenza che i Fisiologhi fanno tra la vita animale, e la vita organica. Svolgendosi dal conflitto neuro-muscolare, scandagliata tra cervello e muscoli esterni essa segue le fasi della vita animale, o della mobilità relativa, e quando questa è spenta si spegne anch' essa. Svolgendosi tra il conflitto delle due vite, scandagliata fra cervello e cuore, o tra muscoli esterni e cuore, ha una durata più lunga che non è quella che si svolge dai sistemi della vita animale. In modo che questi saranno prossimi a perdere moto e vita, e non dare più corrente, nel mentre che il cuore la svolgerà talora anche più forte di quella che ottenevasi tra nervo e muscolo nelle prime immersioni. Negli animali che si sottomettono a simili esperimenti, e in special modo ne' conigli, si osserva che quando il loro sistema sensifero motore è destituito d' ogni apparente senso e movimento, aprendo loro il torace, e scuoprendo loro l'apparato gastro-enterico nell' abdome si vede che il loro cuore palpita ancora con energia,

e le intestina, e lo stomaco hanno ancora il loro movimento peristaltico, e attraverso alle membrane diafane delle tenui vedesi la pasta alimentare spinta in avanti, e all'indietro dall'azione vitale tuttora superstite in detto tubo. Ora la corrente cardiaca si ottiene finchè negli animali non è affatto spenta anche questa seconda vita dimandata organica. Siccome però l'uno scandaglio si infigge nel cuore per ottenerla, e l'altro nel cervello, o in un muscolo esterno, a volerla cimentare con effetto bisogna cogliere que'momenti in che nel sistema sensifero motore, benchè molto distratta e languida, pure non sia affatto spenta ogni vita. Vedesi allora la corrente segnare una differenza corrispondente al valore delle due vite ne' due centri da dove si diffondono i poteri che le governano. Imperocchè non dando più che languidissima corrente il centro cerebrale in relazione colla vita che in lui è prossima a spegnersi, l'altro centro vitale che è il cuore dà una corrente maggiore, in quanto in lui è una vita superstite che non ha ancora ceduto. Guardino pertanto gli sperimentatori alla motilità relativa, e alla motilità organica, e quando è finita la forza della prima a dare corrente, essi l'avranno per avventura dalla seconda; e non chiamino questa corrente ottenuta dopo la morte, avvegnachè durante il moto del cuore e delle intestina l'animale non è ancora un cadavere.

8.° Quando il cervello è in piena vita la corrente cardiaca va dal cervello al cuore, e così dal muscolo al cuore se lo scandaglio è posto in un muscolo esterno: quando la vita del cervello è in gran parte estenuata la corrente cardiaca va dal cuore al cervello, e dal cuore al muscolo esterno. Ma sulla direzione della corrente cardiaca importano ulteriori, e più diligenti studj, sembrandoci i fatti per noi osservati non ancora in sufficente numero, nè per sì molte guise variati da somministrarci intorno ad essa regole generali, e ferme leggi.

Digitized by Google

9.° Costantissima sempre così negli animali a sangue caldo, come in quelli a sangue freddo ci è comparsa la direzione della corrente vitale che si ottiene dal sistema sensifero-motore, essendo andata costantemente dal cervello al muscolo.

Stabilita la esistenza della Corrente Vitale, la sua costante direzione, i suoi rapporti colla vita, e i caratteri speciali che la distinguono dalle altre correnti comuni, che l'organismo in alcune parti, ed incontri può svolgere, le nostre esperienze non ci permettono per ora di avanzare più oltre co' corollarj che ne discendono: essendo molto limitata, come i filosofi sanno, la licenza d'estrarre da così ricco sacrario quale è la vita, alcuna preziosa ed utile Verità.

FINE

Digitized by Google

INDICE

Introduzione . . . . . pag. 7

§. I. *Cenni storici sui tentativi o sperimenti* indiretti *onde provare l'esistenza della corrente elettro-vitale* . . . . . » 9

§. II. *Cenni storici sugli esperimenti* diretti *per contestare l'esistenza della corrente elettro-vitale* . . . . . » 15

Parte prima. *Esperienze del primo genere con* fili di platino e aghi d'acciajo, *e con resultati per lo più negativi* . . . . » 26

Parte seconda. *Esperienze del secondo genere con* stili di ferro a punte nude o dorate, *con resultati ambigui* . . . . . » 31

Parte terza. *Esperienze del terzo genere* con placche e stili di Platino, *e resultati positivi* . . . . . » 40

Avvertenze e Corollarj . . . . . » 69

Digitized by Google

Digitized by Google

APPENDICE

Contenente il Rapporto della Commissione de' Fisici e de' Medici nominata dai due ch. Presidenti della Sezione di Fisica e di Medicina, cioè il Professor CONFIGLIACHI *e il Professor* TOMMASINI, *durante il Congresso de' Scienziati Italiani in Pisa, per assistere alle Esperienze Elettro-fisiologiche dei Professori* PUCCINOTTI *e* PACINOTTI, *onorate della presenza di S. A. I. e R. il Granduca LEOPOLDO II, nella mattina del* 13 *Ottobre* 1839.

Digitized by Google

Digitized by Google

RAPPORTO dei ch. Professori Orioli, Majocchi, *e* Belli, *sulle Esperienze d'elettricità animale fatte dai Professori* Puccinotti *e* Pacinotti, *letto alla Sezione Fisio-chimico-matematica, ed alla Sezione di Medicina nelle sedute del* 14 *Ottobre* 1839.

I nostri Commissarii, insieme con quelli della Sezione Medica (i ch. Professori Cav. Bufalini, Cav. Giuseppe Frank, Prof. Arcangioli) si sono jeri riuniti nel Gabinetto Fisico di questa I. e R. Università per assistere alle belle sperienze dei Professori Puccinotti e Pacinotti sopra le correnti elettriche manifestantesi negli animali vivi, e per tentarne delle nuove. Si eseguirono queste sperienze immergendo contemporaneamente, l'una nel cervello e l'altra in qualche muscolo, due lancette di platino congiunte coi capi di un filo galvanometrico, e che servivano perciò nel tempo stesso e a ferire e irritare l'animale, e a condurre l'elettricità. E si riconobbe *che veramente,* all'atto dell'immersione di questi scandagli si eccitava nel filo una corrente anche di 10, e di 15 *e più gradi* del Galvanometro adoperatosi, dirigendosi questa corrente, dentro esso filo, dal cervello al muscolo. Però si riconobbe che di simiglianti correnti se ne eccitavano altresì, e pel medesimo verso, *benchè a dir vero notabilmente più deboli,* anche nell'animale morto, ed anche allorquando si cavava dall'animale una porzione di cervello ed una di muscolo, e messe queste a vicendevole contatto, si toccavano e si premevano colle medesime lancette di platino. Perciò, quantunque la maggior grandezza degli effetti nell'animale vivente *dia molta fiducia che siano vere* le deduzioni de' due valenti sperimentatori, rimane però ancora *il dubbio,* che questi effetti possano fors'anche esser dovuti alle sole

Digitized by Google

azioni fisiche e chimiche delle parti materiali interessate, e che la differenza dei detti effetti dallo stato di vita a quello di morte e di separazione delle parti sia per avventura dipendente dalle mutate condizioni delle parti materiali suddette, p. e. dalla mutata temperatura, dalla cangiata qualità e quantità degli umori ec. Il quale dubbio però *non toglie punto la probabilità delle conseguenze* che i due Sperimentatori credono dedurne; ma soltanto mostra la convenienza di ulteriori sperienze. Conchiude adunque la Commissione coll'invitare i benemeriti Professori a continuare coraggiosamente le loro belle indagini, a variarle in tutti i modi possibili, *e a farle di pubblica ragione*, affine di porre finalmente la questione in pienissima luce, *essendo l'oggetto importantissimo*, ed essendo un grandissimo passo nella scienza quello che essi farebbero, quando giungessero a stabilire pienamente la verità delle loro deduzioni.

Prof. Giuseppe Belli *Relatore.*

ANNOTAZIONI

AL RAPPORTO DELL' ILLUSTRE COMMISSIONE

Il giusto e sagacissimo *dubbio* che gli illustri Commissarii opposero alle nostre Esperienze, avrebbe maggior forza a indebolirne i resultati, se da noi non fosse stato in parte preveduto, e controverso con fatti e con ragioni, che ne ristringono di non poco il valore e le conseguenze. È perciò che preghiamo gl' illustri Fisici e Fisiologhi di prendere in esame quanto esponiamo alla pag. 49 e 50, e alla pag. 57 sino alla 68, e alla pag. 74, e alla 76 sino alla 80 del nostro opuscolo. L' *eterogeneità* organica dà correnti in vita ed in morte, ne conveniamo; ma le differenze notabilissime tra l'una e l'altra maniera di Corrente, benchè prodotta si voglia da *eterogeneità,* differenze che resultano dalle nostre ripetute osservazioni, sono le seguenti.

Correnti Elettro-vitali, che potrebbero anche essere di eterogeneità essenziale alla vita.

a) Non si ottengono nè immergendo fili, nè applicando placche sugli organi a semplice contatto.

b) Si ottengono valide e pronte destando una valida reazione contemporanea nell' animale vivo.

c) Le preparazioni anatomiche con strazio dell' animale, e emorragie le indeboliscono notabilmente.

d) Hanno un procedimento impulsivo in qualche relazione con le scosse dell' animale.

Digitized by Google

e) Con più forte è lo scuotimento istantaneo dell'animale, e maggiore ne scaturisce la corrente nella prima immersione.

f) La forza della corrente decresce e si spegne col decrescere e spegnersi della vita neuro-muscolare.

g) Sempre nella medesima direzione.

Correnti di eterogeneità nei prodotti delle secrezioni di natura acida e alcalina durante la vita.

a) Si ottengono applicando placche sulle membrane o sulle superficie degli organi a semplice contatto.

b) Si ottengono senza nessuna reazione nell'animale, così in vita che dopo la morte.

c) Le preparazioni anatomiche non influiscono punto a indebolirle, e ne è esempio la corrente che si ottiene dallo stomaco al fegato dopo la vivisezione.

d) La impulsione di queste correnti è sempre la stessa senza alcuna relazione con le scosse dell'animale.

e) La forza della corrente ai primi contatti, e quella dei contatti successivi presenta poche differenze.

f) Non ha nessuna relazione colla vita: si può indebolire lavando le irrorate superficie membranose.

g) Le direzioni sono variabili, a seconda delle eterogeneità.

h) Altera gli scandagli, e si inverte da se medesima.

Correnti di eterogeneità nelle parti organiche dopo la morte.

a) Si ottengono, ma non sempre e debolissime, applicando comunque sulle parti dissimili i conduttori.

b) Se le parti non sono irrorate da prodotti acidi e alcalini di forte ed evidente natura le correnti sono prima ap-

Digitized by Google

pena calcolabili, talora nulle, talora di due o tre gradi.

c) Si aumentano di qualche grado se i contatti si fanno più estesi cogli scandagli.

d) La prossimità degli scandagli facilita anch'essa la debole corrente.

e) Accrescendo lo spazio fra gli scandagli la corrente s'infievolisce e si annienta.

f) La corrente va crescendo di maniera che progredisce l'alterazione della parte morta.

g) È sempre notabilmente minore anche nel suo massimo aumento prima della putrefazione, che non sono le altre due avvisate correnti.

h) Direzione e inversioni variabili.

Elleno sono pur queste le differenze tra l'una e l'altra specie di Corrente, che gli altrui invocati esperimenti dovranno escludere o confermare. Ed ove agli sperimentatori avvenga d'incontrarle, noi gli invitiamo del pari a pensare alla *Causa* di tali differenze. Chè se cotesta *Causa* delle prime Correnti da noi dette e reputate vitali non è la Vita, o qualche condizione organica di primo ordine inseparabile dalla Vita e influente appunto *sulla temperatura e sulla quantità e qualità degli umori*, condizione coesistente, decrescente, e cessante colla Vita stessa, noi siamo pronti a recedere da que' corollarj che il numero, la varietà, e la natura delle nostre Esperienze ci danno finora per decisivi.

Digitized by Google

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

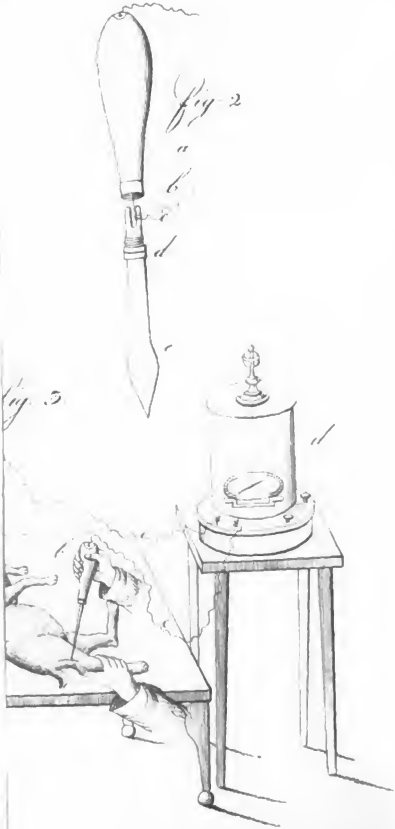
Fig. 1.ª Forma de' lancettoni di Platino adoprati nel Gabinetto Fisico di Pisa: *a*, manico d'osso: *b*, foro nel platino entro al quale si congiunge il filo conduttore del Galvanometro.

Fig. 2.ª Forma de' lancettoni di Platino adoprati nel Regio Museo di Fisica di Firenze: *a*, manico di bosso perforato da cima in fondo per dar passaggio al filo metallico che si congiunge per di sopra ai conduttori del Galvanometro, inferiormente al becco dell'asta di Platino: *d*, estremità del manico l'interno del quale deve invitarsi con l'altro pezzo segnato *d*: *c*, becco dell'asta di Platino attorno al quale si attorciglia il filo conduttore: *d*, pezzo di manico che serve di vite per congiungervi l'altro pezzo superiore restando dentro chiusa la parte d'asta di Platino che tiene avvolto il filo conduttore: *e*, estremità dell'asta di Platino o lancettone a fronda d'oliva, appuntata e tagliente ai bordi.

Fig. 3.ª *a*. Coniglio introdotto nel circuito del Galvanometro, nella posizione in che deve essere rattenuto da due assistenti per infiggere gli scandagli nel cervello e nel muscolo dell'animale: *b b*, scandagli di Platino immersi nelle dette parti dell'animale: *c c*, conduttori: *d*, Galvanometro.

99 842903

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google